ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1947.

PRÉSIDENCE DE M. LOUIS BLARINGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE** adresse ampliation des décrets, en date du 29 avril 1947, portant approbation des élections que l'Académie a faites de M. **WANDER JOHANNES DE HAAS** et de Sir **EDWARD JOHN RUSSELL**, pour occuper, parmi les Associés étrangers, les places vacantes par le décès de Sir *William Bragg* et M. *Pieter Zeeman*.

Il est donné lecture de ces décrets.

SPECTROSCOPIE. — *Application à des molécules intéressantes de l'analyse nouvelle des spectres moléculaires. Étude des composés de l'écorce terrestre.* Note [1] de M. **HENRI DESLANDRES**.

Dans ma dernière Note du 26 août 1946, j'ai étudié les composés organo-sodiques, mais finalement les données expérimentales ont été trouvées insuffisantes et j'ai porté mon effort sur les molécules de l'écorce terrestre qui sont moins nombreuses et dont la composition chimique est mieux connue.

L'oxygène, le silicium, l'aluminium et le fer sont les principaux atomes de l'écorce. L'anhydride silicique SiO_2, très stable, le plus stable de l'écorce, offre un spectre formé de fréquences nombreuses. Ses petites fréquences Raman sont publiées dans le 2e livre de Kohlrausch de 1937, mais sans leurs intensités, ce qui est une lacune sérieuse. Elles sont les suivantes :

ν 11, 28, 29, 30, 35, 40, 45, 79, 103, 126, 150, 157, 200, 203, 397, 553 et 839.

D'autre part le 2e livre de Magat de 1937 donne pour SiO_2 cristallin les fréquences Raman ν 126 et 207 (intensité $= 15$) et ν 465 ($I = 30$).

J'ai vérifié que toutes ces fréquences sont en accord avec les quatre lois simples des fréquences moléculaires, déjà reconnues comme exactes sur 700 spectres Raman.

La 1re loi est résumée dans la formule (I) $\nu = qd_1/r's'$, d_1 étant la constante universelle 1062,5 mesurée avec une grande précision, s' étant le nombre des électrons activés, q et r' des nombres entiers.

---

(1) Séance du 21 avril 1947.

La 2e loi annonce que les électrons des atomes dans la molécule sont activés non un par un, mais par sous-anneaux successifs à partir de l'extérieur, les premiers sous-anneaux étant d'abord activés seuls, puis les premiers et deuxièmes sous-anneaux, puis les premiers, deuxièmes et troisièmes sous-anneaux, et ainsi jusqu'au dernier sous-anneau.

Lorsque la composition chimique est bien déterminée, on peut en déduire ces sommes successives s' d'électrons.

Avec la molécule SiO_2, on a d'abord les deux premières combinaisons d'atomes Si et O_2, SiO et O. Les sous-anneaux successifs de Si sont : 2, 4, 10, 12 et 14; de O_2, 8, 12, 16 et de O, 4, 6 et 8 électrons. Mais, d'après la 3e loi, les diverses parties de la molécule doivent émettre les mêmes fréquences et donc avoir les mêmes nombres d'électrons activés.

Avec la combinaison $Si.O_2$, les nombres s' d'électrons communs aux deux parties sont : 12, $9^{\pm}$, $13^{\pm}$, $15^{\pm}$ et $10^{\pm\pm}$ (2).

Avec la combinaison SiO.O, on a pour SiO $2+4$ ou 6 électrons, $4+6$ ou 10 électrons, $10+8$ ou 18 électrons et pour O, 4, 6 et 8 électrons, d'où les nombres s' communs d'électrons 6, $5^{\pm}$, $9^{\pm}$ et $8^{\pm\pm}$.

Si la molécule est ionisée à l'intérieur, d'autres fréquences dues à cette cause sont à prévoir. D'autre part l'analyse des fréquences émises avec la formule (I) décèle les nombres s' d'électrons communs aux diverses parties de la molécule. Je présente ci-dessous les principaux résultats de ces analyses.

SiO_2.

$$\begin{aligned} \nu\, 11 &= d_1/95 \text{ ou } 5\times 19\,(11{,}18) \quad -0{,}18 \\ &= d_1/98 \text{ ou } 7\times 14\,(10{,}84) \quad +0{,}16 \end{aligned}$$

Les nombres 19 et 7 peuvent s'expliquer par la combinaison SiO^-O^+, Si étant égal à 10 et O à 8.

$$\begin{aligned} \nu\, 28 &= d_1/36 \text{ ou } 12\times 3 \text{ ou } 6\times 6 \text{ ou } 9\times 4\,(27{,}6) \quad +0{,}4 \\ &= 2d_1/75 \text{ ou } 15\times 5\,(28{,}3) \quad -0{,}3 \\ &= 2d_1/76 \text{ ou } 38\times 2 \text{ ou } 19\times 4\,(28) \quad -0{,}0 \\ &= 2d_1/77 \text{ ou } 11\times 7\,(27{,}6) \quad +0{,}4 \\ &= 2d_1/78 \text{ ou } 39\times 2 \text{ ou } 13\times 6\,(27{,}24) \quad +0{,}76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nu\, 29 &= d_1/36{,}64 \text{ ou } 12\times 3 \quad +0{,}64 \\ &= 2d_1/74 \text{ ou } 37\times 2\,(28{,}7) \quad +0{,}3 \\ &= 2d_1/75 \text{ ou } 15\times 5\,(28{,}3) \quad +0{,}7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nu\, 30 &= 2d_1/70 \text{ ou } 7\times 10 \text{ ou } 14\times 5\,(30{,}36) \quad -0{,}36 \\ &= 2d_1/72 \text{ ou } 36\times 2 \text{ ou } 9\times 8\,(29{,}5) \quad +0{,}5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nu\, 35 &= d_1/30{,}36 \text{ ou } 10\times 3 \quad +0{,}36 \\ &= 3d_1/90 \text{ ou } 9\times 10 \text{ ou } 15\times 6\,(35{,}4) \quad -0{,}4 \end{aligned}$$

(2) Je rappelle que les signes $\pm$, $\pm\pm$, ajoutés à une fréquence, annoncent que cette fréquence résulte de l'ionisation simple et double de deux fréquences dont les nombres d'électrons diffèrent de 2 et 4 unités.

$\nu\ 40 = d_1/26{,}56$ ou 13×2 $+0{,}56$
$= d_1/26$ ou $13 \times 2\ (40{,}9)$ $-0{,}9$
$= d_1/27$ ou $9 \times 3\ (39{,}4)$ $+0{,}6$
$= 3d_1/80$ ou 10×8 ou $5 \times 16\ (39{,}84)$ $+0{,}16$

$\nu\ 45 = d_1/23{,}61$ ou 12×2 $+0{,}39$
$= d_1/24$ ou $12 \times 2\ (44{,}3)$ $+0{,}7$
$= 4d_1/95$ ou $19 \times 5\ (44{,}74)$ $+0{,}26$

$\nu\ 79 = 2d_1/26{,}9$ ou 9×3 $-0{,}1$
$= 3d_1/40{,}35$ ou $10 \times 4\ (79)$ $-0{,}35$
$= d_1/78$ ou $13 \times 6\ (78{,}3)$ $+0{,}7$

$\nu\ 103 = 2d_1/21$ ou $7 \times 3\ (101{,}2)$ $+1{,}8$
$= 5d_1/52$ ou $13 \times 4\ (102{,}16)$ $+0{,}84$
$= 7d_1/72$ ou 12×6 ou $9 \times 8\ (103{,}3)$ $-0{,}3$

$\nu\ 126 = 5d_1/42$ ou $6 \times 7\ (126{,}49)$ $-0{,}49$
$= 6d_1/50$ ou $5 \times 10\ (126{,}66)$ $-0{,}66$
$= 13d_1/110$ ou $11 \times 10\ (125{,}57)$ $+0{,}43$

$\nu\ 150 = 9d_1/64$ ou $8 \times 8\ (149{,}41)$ $+0{,}59$
$= 11d_1/78$ ou 39×2 ou $13 \times 6\ (149{,}84)$ $+0{,}16$
$= 14d_1/99$ ou $9 \times 11\ (150{,}25)$ $-0{,}25$
$= 17d_1/120$ ou $12 \times 10\ (150{,}52)$ $-0{,}52$

$\nu\ 157 = 4d_1/27$ ou $9 \times 3\ (157{,}4)$ $-0{,}4$
$= d_1/95$ ou $19 \times 5\ (157{,}4)$ $-0{,}4$

$\nu\ 200 = 3d_1/16\ (119{,}2)$ $+0{,}8$
$= 17d_1/90$ ou $9 \times 10\ (200{,}7)$ $-0{,}7$
$= 12d_1/117$ ou $13 \times 9\ (199{,}8)$ $+0{,}2$

$\nu\ 203 = 12d_1/63$ ou $9 \times 7\ (202{,}38)$ $+0{,}62$
$= 8d_1/42$ ou $6 \times 7\ (202{,}4)$ $+0{,}6$

$\nu\ 397 = 18d_1/48$ ou 12×4 ou $6 \times 8\ (398{,}44)$ $-1{,}44$

$\nu\ 553 = 25d_1/48$ ou $12 \times 4\ (553{,}38)$ $-0{,}38$
$= 39d_1/75$ ou $15 \times 5\ (552{,}3)$ $+0{,}5$

$\nu\ 839 = 15d_1/19\ (838{,}8)$ $+0{,}2$
$= 64d_1/81$ ou $9 \times 9\ (839{,}5)$ $-0{,}5$
$= 79d_1/100$ ou $10 \times 10\ (839{,}37)$ $-0{,}37$

J'ajoute l'analyse des fréquences publiées par Magat, $\nu\ 207$ et 465, et de la fréquence $\nu\ 1027$ émise par la molécule SiF_4, qui accompagne SiO_2 dans la croûte terrestre.

$\nu\ 207 = 7d_1/36\ (206{,}6)$ $+0{,}4$
$= 15d_1/77$ ou $11 \times 7\ (207)$ $+0{,}0$
$= 30d_1/103\ (206{,}3)$ $+0{,}7$
$= 21d_1/108$ ou 54×2 ou $12 \times 9\ (206{,}6)$ $+0{,}4$
$= 28d_1/144$ ou $16 \times 9\ (206{,}6)$ $+0{,}4$

$\nu\ 465 = 7d_1/16\ (464{,}8)$ $+0{,}2$
$= 37d_1/84$ ou $6 \times 14\ (464)$ $+1$
$= 46d_1/105$ ou $15 \times 7\ (465{,}5)$ $-0{,}5$
$= 63d_1/144$ ou $18 \times 8\ (464{,}8)$ $+0{,}2$
$= 64d_1/154$ ou 11×14

Fluorure de silicium ν SiF_4 ou $Si.F_2F_2$ avec les s' 10.10.10 et 14.14.14.

$$\begin{aligned} \nu\ 1027 &= 29d_1/30 \text{ ou } 3\times 10\,(1027,1) \quad -0,1 \\ &= 85d_1/88 \text{ ou } 11\times 8\ (1026,3) \quad +0,7 \\ &= 88d_1/91 \text{ ou } 13\times 7\ (91,5) \quad -0,5 \\ &= 115d_1/119 \text{ ou } 17\times 7\ (1026,8) \quad +0,2 \end{aligned}$$

Disilan $H_3Si{-}SiH_3$, 17 ou 15 ou 13 ou 7 électrons de H_3Si. $\nu = 1126$.

$$\begin{aligned} \nu\ 1126 &= 18d_1/17\ (1125) \quad +1,0 \\ &= 159d_1/150 \text{ ou } 15\times 10\,(1126,2) \quad -0,2 \\ &= 124d_1/117 \text{ ou } 13\times 9\,(1126,1) \quad -0,1 \\ &= 89d_1/84 \text{ ou } 14\times 6 \text{ ou } 7\times 12\,(1125,7) \quad +0,3 \end{aligned}$$

Cette molécule a la simplicité des premières molécules qui, aux débuts de ces études, ont conduit aux quatre lois des spectres moléculaires.

Hexachlordisilan $Cl_3Si.SiCl_3$. $\nu = 1126$.

Avec les 15 électrons de Cl_3 et les 14 électrons de Si, les preuves présentées pour la molécule précédente s'appliquent à cette dernière molécule.

Cette Note est une confirmation des quatre lois qui, probablement, s'appliquent à toutes les molécules ([3]). Mais les molécules connues sont extrêmement nombreuses et s'accroissent constamment. La portée des lois sera reconnue seulement par un organisme spécial, riche en personnel et en moyens d'action.

BIOGÉOGRAPHIE. — *Constitution d'un îlot de forêt dense d'un type ombrophile à l'aide d'arbres introduits d'Indochine, végétant en équilibre harmonique et régénérant un sol dégradé sur un plateau du Fouta-Djallon, en Guinée française.* Note de M. **Auguste Chevalier.**

Chargé en 1905, par le Gouvernement général de l'A. O. F., de rechercher dans l'Ouest africain français une localité qui conviendrait à l'installation d'un centre climatique et à la création d'un Jardin botanique où seraient rassemblés les principaux végétaux de l'Afrique occidentale et les plantes utiles à introduire d'autres contrées, notre attention se porta sur le Fouta-Djallon, massif montagneux s'élevant de 800 à 1450^m d'altitude, au centre de la Guinée française, pays couvert en grande partie d'affleurements de carapace latéritique, mais où subsistent encore çà et là des terres moins dégradées quoique trés peu fertiles. Dans d'étroits vallons subsistent des reliques de la forêt dense ombrophile qui a dû couvrir une grande partie du pays il y a quelques siècles

([3]) Cette étude sera reprise lorsque les spectres Raman seront mesurés avec une précision plus grande.

La note suivante sera consacrée à plusieurs molécules de l'écorce, notées comme intéressantes par Vernadsky.

seulement. C'est la disparition du couvert arboré, sous l'action de l'homme, jointe à l'instauration des feux de brousse annuels, qui a amené la dégradation et la latéritisation des sols et une déforestation quasi irréversible.

Cependant la hauteur annuelle moyenne des pluies est de 2ᵐ environ et la saison sèche est de courte durée, conditions climatiques nécessaires et suffisantes pour l'instauration de la forêt dense équatoriale.

Après de laborieuses prospections à travers le pays pendant près de trois années, notre choix se porta, pour l'emplacement du Jardin, sur un point nommé Dalaba, situé à 1 200ᵐ d'altitude, au bord d'une petite rivière, le Mafin, qui naît près des sources du Sénégal et en est tributaire. Les premiers travaux du Jardin commencèrent en 1908 par l'introduction de plantes nombreuses d'Europe, d'Afrique, etc., un grand nombre venant aussi des serres du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris.

En 1912, nous rapportions à Dalaba de nombreux végétaux du Congo belge (bambous, caféiers, etc). En 1913 et début 1914, prospectant les forêts du Tonkin et de l'Annam, particulièrement celles du Langbian, massif d'altitude comparable au Fouta-Djallon, nous adressâmes à M. James Chillou, qui aménageait alors le Jardin de Dalaba, de nombreuses graines d'arbres forestiers qu'il ensemença aussitôt (premiers mois de 1914) dans une grande pépinière installée sur les bords du Mafin. Le sol argileux, évoluant en latérite, avait été longtemps cultivé par les indigènes et il était abandonné depuis des années parce que épuisé. Une légère broussaille commençait à se reconstituer quand on l'avait défriché, mais le sol était en grande partie nu, dur, sans porosité; sur d'autres parties existaient des touffes de graminées pyrophiles, indice d'aridité et de latéritisation avancée. Il y avait à peine trace d'humus et la végétation forestière semblait exclue pour toujours. Grâce à des labours profonds ramenant à la surface des couches de sol moins compactes, à l'enfouissement d'engrais, d'un peu de calcaire et de compost, nous avions constitué un sol artificiel où pouvaient vivre et même prospérer pendant quelques mois les plantes annuelles et les plantules d'arbres. Nous avions aussi barré la rivière en saison sèche et établi de petites rigoles qui permettaient d'irriguer les pépinières pendant les sécheresses. Dans le futur jardin botanique qui couvrait plusieurs hectares, nous avions déjà planté à demeure un certain nombre d'arbres et d'arbustes en creusant des fosses profondes. De ce travail presque rien n'a subsisté. Au mois d'août 1914, la guerre ayant éclaté, les deux européens qui étaient au jardin furent mobilisés ; quelques manœuvres africains restèrent seuls sous la surveillance du fils du chef de village pour entretenir le jardin. Ils ne transplantèrent pas les semis forestiers restés dans la pépinière et peu après le jardin fut complètement abandonné. Je le revis en 1929 déjà fort réduit mais avec un îlot forestier déjà constitué. Il ne fut repris par le service forestier de Guinée qu'en 1932. On se contenta de le clôturer et on laissa les arbres à l'état où ils se trouvaient. Déjà certains étaient de belle

taille et fructifiaient abondamment : Pins, Cyprès, Arbres à Benjoin, Poiriers Pashia, diverses légumineuses. Les graines s'ensemençaient spontanément soit dans le sous-bois, soit aux environs.

Nous avons revu en janvier 1947 ce qui reste de notre ancien Jardin botanique. Presque tous les arbres et arbustes qui avaient été mis en place de 1908 à 1914 ont disparu. Par contre, sur l'emplacement de la pépinière de 1914, couvrant quelques centaines de mètres carrés, au bord du Mafin où avaient été ensemencées les graines d'arbres forestiers provenant d'Annam, du Tonkin et quelques-uns de Cochinchine, il s'est constitué un îlot de forêt dense ombrophile, avec arbres très variés (feuillus et conifères) en équilibre biologique stable, très rapprochés les uns des autres, et formant une masse dense dont les plus hauts arbres s'élèvent à environ 20^m de haut, tout à fait analogue à une forêt vierge primitive hygrophile vivant de sa vie propre, une association pareille à celle de l'Est asiatique tropical, tout à fait stable, quoique environnée de toutes parts par la végétation de savane africaine. Et ce qui est encore plus remarquable, c'est que cette miniature de forêt s'est constituée sur un sol latéritisé qui était arrivé au terme de l'extrême dégradation. Cet îlot forestier est un fouillis inextricable d'arbres et d'arbustes entremêlés d'espèces et de familles diverses; les conifères s'associent aux feuillus, les uns à feuilles persistantes, les autres se dépouillant à des époques diverses de leurs feuilles; ce monde végétal paraît tout aussi prospère que dans son pays d'origine. L'îlot forestier comprend une centaine d'espèces au moins formant plusieurs étages depuis les seedlings développés spontanément dans l'humus qui s'est constitué, jusqu'à l'étage supérieur formé par les plus hauts arbres dont certains hébergent des épiphytes ou des *Loranthus* guinéens, parasites qui sont les seuls intrus. Parmi les arbres et arbustes les plus remarquables de cette association, citons :

Cupressus torulosa D. Don, *Thuya orientalis* L., *Podocarpus cupressina* R. Br., *Dacrydium elatum* R. Br., *Cuninghamia sinensis* R. Br., *Cryptomeria japonica* D. Don, *Pinus Khasya langbianensis* Chev., *P. Merkusii* Jung et de Vriese, *P. Massoniana* D. Don, *Caryota mitis* Lour., *Pandanus utilis* Bory, *Bambusa arundinacea* Willd., *B. vulgaris* Schrad., *Gigantochloa maxima* Kurz, *Arundinaria* sp., *Flacourtia* sp., *Thea* sp., *Thespesia populnea* L., *Pentace burmanica* Kurz, *Melia Azadirachta* L., *Acer tonkinense* Lec., *Rhus semialata* Murr., *Cassia siamea* L., *Pithecolobium quocense* Pierre, *Erythrophlæum Fordii* Oliv., *Eugenia Jambos* L., *Rhodomyrtus tomentosa* Wight., *Pyrus Pashia* Ham., *Irvingia Harmandiana* Pierre, *Palaquium* sp., *Maba buxifolia* Pers., *Diospyros* sp., *Cistacanthus turgidus* Nicholson, *Liquidambar formosana* Hance, *Aleurites montana* Pierre, *Artocarpus integrifolia* L., *Cinnamomum Camphora* Nees, *C. Loureiri* Nees, *Horsfieldia Irya* Warb., *Casuarina torulosa* Ait.

Il convient de remarquer que la plupart de ces essences proviennent du Tonkin où elles vivent du 18e au 22e degré de latitude Nord, de 300 à 1000^m

d'altitude et de la chaîne annamitique du 12° au 16° degré de latitude Nord et de 1000 à 1500^m d'altitude.

Elles ont trouvé, au Fouta-Djallon, par 10°43′ de latitude Nord et à 1200^m d'altitude un climat, sinon identique, du moins ayant quelques analogies.

BIOLOGIE. — *L'origine pileuse des mors et la chætotaxie de la mandibule chez les Acariens actinochitineux.* Note [1] de M. **François Grandjean.**

Bien que la pince mandibulaire des Acariens actinochitineux, celle des Oribates en particulier, ait une apparence banale et semble appartenir au type ordinaire des Arachnides et Arachnomorphes, ou des Crustacés, son étude est riche en surprises.

J'ai eu la première surprise lorsque l'examen en lumière polarisée de nombreuses mandibules de ces Acariens m'a fait découvrir la structure constamment actinochitineuse des deux mors [2]. Puisque l'actinochitine n'est présente ailleurs, chez les mêmes espèces, que dans les poils, il était naturel de supposer que les mors sont des poils incorporés [3], hypertrophiés.

Ma deuxième surprise a été de voir qu'il existe encore des Acariens assez primitifs à l'égard de la mandibule pour que leur mors fixe ait conservé la forme évidente d'un poil. Voici pour le moment leur liste :

1° Chez *Lordalycus peraltus*, un Endeostigmata, le mors fixe est un gros poil très court, arrondi au bout, lisse. J'en ai donné autrefois une figure [4].

2° Chez *Amnemochthonius tæniophorus*, Oribate nouveau que je décrirai plus tard, le mors fixe est un poil en forme de hachette et il imite les maxilles primitives, lesquelles sont d'autres poils hypertrophiés.

3° Dans le type *Cosmochthonius*, c'est-à-dire chez *Cryptoplophora*, *Cosmochthonius* et *Sphærochthonius*, autres Oribates, le mors fixe est un poil plat, étranglé à sa base, court, orienté verticalement et découpé en lobes à son extrémité distale. Les lobes sont les homologues des dents d'un mors fixe ordinaire. Il y en a 5 chez une espèce de *Cosmochthonius*, mais dans tous les autres cas le nombre des lobes est 4.

Ma troisième surprise, la plus récente, a été de rencontrer une mandibule dont le mors fixe est un groupe de 4 poils. Cette mandibule étrange appartient à *Pterochthonius angelus*, un Oribate rare introduit dans la nomenclature

---

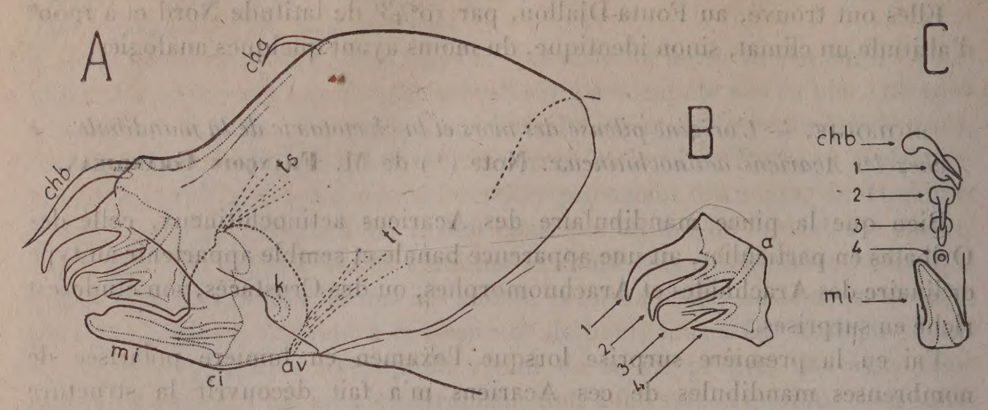
(1) Séance du 28 avril 1947.

(2) *Bull. Mus. Hist. nat. Paris*, 2° série, 7, 1935, pp. 120-122.

(3) Ce terme signifie que la surface du poil prolonge exactement celle de la mandibule, de telle sorte que rien dans les formes extérieures, sur les contours apparents par exemple, ne situe la ligne de contact. Dans ces conditions l'idée que le mors est un poil ne se présente pas à l'esprit.

(4) *Ann. Sc. Natur., Zoologie*, 11° série, **2**, 1939, p. 113, fig. 24 A.

en 1910 par Berlese, mais dont personne apparemment n'avait étudié jusqu'ici les caractères. Les figures A, B et C ci-jointes font voir que les 4 poils ms_1 à



Mandibule gauche (×1775) de *Pterochthonius angelus* (Berl.); exemplaire de Saint-Laurent-le-Minier (Gard). — A, vue latéralement. — B, le mors fixe de la même mandibule, dessiné à part dans la même orientation; il est formé par 4 poils soudés à leur base, numérotés de 1 à 4. — C, disposition un peu schématisée du mors mobile *mi*, des 4 poils du mors fixe et du poil *chb* quand la mandibule est vue de l'avant.

ms_4, désignés plus brièvement par leurs indices, sont étagés dans un plan vertical et sont tout à fait distincts, quoique soudés par leurs racines. Dans la dissection de la mandibule, après cuisson dans l'acide lactique, le groupe des 4 poils se sépare d'un bloc (*fig.* B).

Un tel mors nous apprend beaucoup de choses. Constatons d'abord qu'il n'est pas tératologique, car il a exactement les mêmes caractères à droite et à gauche sur tous les exemplaires de *Pterochthonius*, c'est-à-dire sur 4 exemplaires provenant de deux stations différentes. Retirons ensuite le qualificatif d'« étrange », employé à son propos. Nous allons voir que ce qui est étrange, c'est plutôt qu'il soit exactement conforme à ce que l'on pouvait imaginer de plus normalement primitif, une fois parti de l'idée que les mors sont des poils.

La chætotaxie des appendices, chez les Oribates, est aujourd'hui assez bien connue et nous pouvons prévoir, grâce à la notion de force, ou de priorité ([5]), ce qu'elle doit logiquement devenir en cas d'extrême réduction numérique des poils. Une mandibule quelconque a subi fortement cette régression. Les mors mis à part, elle n'a jamais plus de 2 poils, primitivement dorsaux, ceux désignés par *cha* et *chb* sur la figure A. Avec les 4 poils également dorsaux qui constituent le mors supérieur de *Pterochthonius*, nous avons donc 6 poils. Or c'est le nombre correct lorsque l'on réduit la chætotaxie d'un appendice *quelconque* aux poils dorsaux les plus forts. Le trochanter, en effet, n'a jamais de poils dorsaux. Le fémur, le génual et le tibia en ont chacun un; attribuons-leur les

([5]) *Comptes rendus*, **213**, 1941, p. 417 et **214**, 1942, p. 729.

poils *cha*, *chb* et ms_1, respectivement. Le tarse a 4 paires dorsales mais nous devons ici en éliminer une, celle que j'appelle itérale, puisque la paire itérale est faible, postlarvaire. Sa faiblesse lui impose de disparaître avant les autres lorsqu'il y a régression numérique. Les 3 paires qui restent, de l'arrière à l'avant, sont la fastigiale, la tectale et la prorale. Elles correspondent par conséquent à ms_2, ms_3, et ms_4, dans l'ordre.

Il n'y a rien de surprenant à ce que chacune de ces trois paires soit réduite à un seul poil, soit parce que chaque poil ms_2, ms_3 ou ms_4 représente une paire coalescente, soit plus probablement parce que l'un des poils de la paire, moins fort que l'autre, a disparu dans le processus général de régression numérique. D'une telle disparition nous connaissons beaucoup d'exemples aux pattes et au palpe.

Ainsi la mandibule de *Pterochthonius* nous montre exactement les six poils dorsaux les plus forts d'un appendice quelconque, ceux qui sont d'origine larvaire. Elle représente un cas d'une simplicité théorique.

Le nombre 4, pour celui des poils du mors fixe, chez *Pterochthonius*, n'est donc pas fortuit. Dès lors il n'est pas vraisemblable qu'il le soit pour celui des lobes, ou des dents, dans le type *Cosmochthonius*, d'autant plus que l'on compte aussi quatre dents au mors fixe de *Camisia segnis* et de beaucoup d'autres Oribates à mandibules ordinaires.

On est conduit de cette manière à concevoir que le mors fixe des Oribates n'est pas en général un poil simple hypertrophié, mais est un poil multiple, son hypertrophie comportant la soudure des poils dorsaux qui appartenaient jadis au *tibia* et au *tarse* de l'appendice mandibulaire. Les dents du mors fixe auraient été primitivement les extrémités de ces poils et l'on pourrait espérer, en partant du nombre 4, leur donner des notations rationnelles. Quant aux dents du mors mobile, elles résulteraient des précédentes par coaptation.

De ce que le nombre 4 est déterminé par la chætotaxie primitive et la faiblesse des poils itéraux, nous ne pouvons déduire qu'il se rencontre nécessairement à toutes les mandibules primitives. Dans certains groupes d'Oribates, ou seulement chez d'autres Acariens actinochitineux, la régression numérique est peut-être allée plus loin que nous l'avons supposé. Si elle avait déjà supprimé un ou plusieurs des 4 poils, ou tous, avant que l'orthogenèse formatrice de pince ait commencé d'avoir lieu, le mors fixe résulterait de la soudure d'un nombre de poils inférieur à 4, ou serait un poil simple, ou manquerait. Plusieurs de ces cas existent réellement.

L'article principal de la mandibule, chez *Pterochthonius*, à cause des 6 poils qu'il porte, est nécessairement la somme d'un fémur, d'un génual, d'un tibia *et d'un tarse*. Donc le doigt mobile, contrairement à l'opinion généralement admise, n'est pas homologue d'un tarse, mais de l'article suivant, le terminal primitif, ou ambulacre, c'est-à-dire du très petit article, profondément modifié, qui porte les ongles des pattes. Le doigt mobile de *Pterochthonius* étant fait comme

celui des autres Acariens actinochitineux, cette importante conclusion est générale. On y arrive autrement de plusieurs manières (M. Vachon, F. Grandjean), mais il n'est pas inutile de multiplier les voies. Qu'il suffise de compter les poils, comme nous avons pu le faire encore, grâce à *Pterochthonius*, est un succès pour la chætotaxie comparée. Rien ne montre mieux l'importance des poils, le parti qu'on en peut tirer pourvu qu'on soit toujours en orthotaxie, et combien il est légitime de les qualifier d'organes.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Papilionacées. Développement de l'embryon chez le* Coronilla minima *L.* Note de M. **René Souèges**.

Il existe des Papilionacées chez lesquelles la séparation de la cellule embryonnaire proprement dite et du suspenseur ne se produit pas ou n'apparaît pas nettement dès les premières segmentations. Tel serait le cas de certaines Hédysarées. Chez l'*Onobrychis* (*petræa* Desv.), d'après L. Guignard [1], le proembryon prend tout d'abord une forme globuleuse qui ne permet pas d'y reconnaître deux régions distinctes, et c'est pour cette raison que l'embryon de cette plante a été longtemps considéré comme le seul exemple connu, chez les Dicotylédones, d'embryon dépourvu de suspenseur. Chez l'*Hedysarum coronarium* L., le proembryon revêt une forme allongée, comme chez le *Medicago*, mais la séparation du suspenseur *s. stricto* et de la partie exclusivement embryonnaire ne se produit qu'après un accroissement marqué du suspenseur et une avance déjà très accentuée de la segmentation dans la cellule embryonnaire proprement dite. Entre ces deux plantes, ...s'observerait « toute une série de formes intermédiaires dont les *Desmodium*, les *Coronilla*, l'*Arabis* (*hypogæa* L.) nous fournissent des exemples ».

On voit, de la sorte, quelles importantes questions restent à résoudre au sujet de ces plantes. Il faut déterminer exactement le mode d'individualisation de la cellule mère de l'embryon, ses rapports avec le suspenseur, les lois qui président, dans son intérieur, à la segmentation et l'origine des régions fondamentales du corps. Il convient, en outre, de connaître les relations embryogéniques véritables que ces plantes offrent avec d'autres espèces de la famille et la place qu'on peut leur assigner dans le système périodique.

Une tétrade de forme globuleuse (*fig.* 4) se constitue, chez le *Coronilla minima*, par division longitudinale de la cellule apicale et de la cellule basale. Dans cette dernière cellule, la segmentation semble ensuite plus rapide, mais, après la 4e génération cellulaire, elle procède beaucoup plus lentement; elle aboutit finalement à la formation d'un suspenseur aplati, étroitement appliqué contre la paroi du sac et composé de gros macromères toujours bien distincts des micromères produits par la cellule apicale.

Les deux cellules juxtaposées, filles de la cellule apicale (*fig.* 6), se segmentent par de

(1) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 6e série, **12**, 1881, p. 126.

nouvelles parois verticales, tantôt en même temps (*fig.* 7, 8), tantôt l'une après l'autre (*fig.* 9, 10), et donnent 4 quadrants disposés dans un plan horizontal autour de l'axe, nettement homodynames (*fig.* 11). Les cloisons qui s'établissent dans les quadrants sont toujours anticlines. Quand elles prennent, dans les 4 quadrants, une direction horizontale, il se différencie 8 octants régulièrement distribués en deux étages, *l* et *l'* (*fig.* 12 et 13). Mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans le proembryon figuré en 14 et 15, les deux quadrants antérieurs (*fig.* 14) se sont divisés par une cloison à direction verticale, tandis que les deux quadrants postérieurs (*fig.* 15) se sont partagés par des cloisons à direction horizontale, faisant apparaître 4 octants en deux étages. En 16 et 17, la cloison a pris une direction verticale dans le quadrant antérieur droit, horizontale dans les trois autres. En 18 et 19, seul le quadrant antérieur droit s'est cloisonné horizontalement, les trois autres verticalement.

Les figures 17 (à g.), 18 et 19 (à g.) montrent comment procède la segmentation dans les octants ou dans les blastomères homologues; elle conduit à la séparation, au voisinage du suspenseur, d'une couche cellulaire *p'* (*fig.* 20), qui, plus tard, après formation de

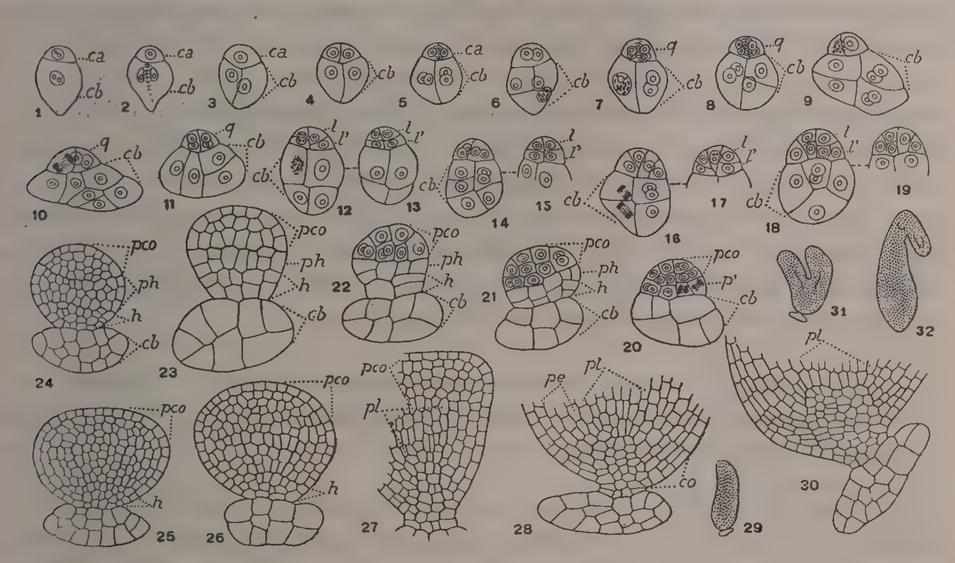


Fig. 1 à 32. — *Coronilla minima* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca*, cellule apicale du proembryon bicellulaire; *cb*, cellule basale ou suspenseur *sensu tricto*; *q*, quadrants; *l*, octants supérieurs; *l'*, octants inférieurs; *p'*, assise engendrant la partie hypocotylée, *ph*, et la région hypophysaire, *h*; *pco*, partie cotylée *sensu lato*; *pl*, plérome; *pe*, périblème; *co*, coiffe. En 12 et 13, les deux coupes voisines d'un même proembryon; de même en 14 et 15, 16 et 17, 18 et 19. En 29 et 31, aspect général des formes d'où sont tirés les détails des figures 28 et 30. En 32, embryon subadulte. — G. = 260; 130 pour les figures 24 à 28 et 30; 24 pour les figures 29 et 31.

parois transversales, engendre deux nouvelles assises *ph* et *h* (*fig.* 21) génératrices, la première de la partie hypocotylée, la deuxième du massif hypophysaire. Lorsqu'il se différencie 8 octants en deux étages, il est évident que l'assise *p'* provient des octants inférieurs. Le groupe cellulaire qui se constitue au sommet, au-dessus de l'assise *p'*, donne naissance à la partie cotylée. Il est difficile d'assigner des règles précises aux divisions qui se succèdent dans son intérieur. Les premières parois sont exceptionnellement périclines et le dermatogène n'apparaît définitivement individualisé, dans cette partie comme dans la partie hypocotylée, qu'au terme de la vie proembryonnaire (*fig.* 24 à 26).

Les éléments des assises *ph* et *h* (*fig.* 21 à 23) se multiplient par cloisons horizontales et verticales assez régulièrement orientées. Quand ils ont engendré deux ou trois nouvelles assises cellulaires, la ligne de démarcation des deux assises primitives devient indistincte (*fig.* 24); il est également impossible, à ce même moment, d'indiquer les limites exactes des parties cotylée et hypocotylée. Plus tard, seulement, au moment de la naissance des cotylédons, le plérome se montre séparé du périblème (*fig.* 26). L'organisation de l'extrémité radiculaire est tardive; on peut reconnaître assez longtemps un groupe cellulaire médian comportant des éléments en séries linéaires irrégulières aux dépens desquelles se différencient les initiales de la racine. En 28 et 30, on peut assister à la génération des parties latérales de la coiffe.

Ce qui doit surtout être retenu de ces observations, c'est la formation d'une tétrade comportant deux cellules supérieures semblables juxtaposées, aux dépens desquelles se constituent 4 quadrants, par divisions verticales, et même, à la période suivante, dans les cas les plus réguliers, 8 octants par segmentations transversales des quadrants. Par là, le *Coronilla minima* se rapproche des espèces du 1er groupe embryogénique; d'autre part, par les destinées de la cellule basale, il se rattache, comme le *Trifolium minus* et le *Genista tinctoria* (²), au mégarchétype VI. Il vient ainsi occuper, dans la classification périodique, la place, libre encore, correspondant à ce mégarchétype et au 1er groupe embryogénique; il devient le représentant (à titre de type irrégulier toutefois étant donné le caractère aberrant de certaines de ses formes) d'une famille embryogénique nouvelle dont l'archétype véritable comporterait des formes de régularité constante dérivant de la tétrade globuleuse caractéristique de la variante A_1 du 1er groupe du système périodique (³).

ÉCONOMIE RURALE. — *Expérience d'assèchement et de mise en culture d'un marais algérien, sans risque de contamination palustre.* Note de MM. **Edmond Sergent** et **Étienne Sergent**.

Les Algériens, colons d'origine européenne aussi bien qu'indigène, sont imprégnés de l'idée fataliste que le paludisme est inévitable. On entend couramment dire : « En Algérie, on n'échappe pas aux fièvres ». Notre Maître, le Docteur Roux, nous avait suggéré de faire l'expérience suivante : chercher un domaine que le paludisme a rendu inhabitable et qui, par suite, est resté inculte. Y placer des cultivateurs indemnes de fièvre. Protéger les hommes et assainir le sol par les méthodes prophylactiques modernes. Montrer ainsi, par l'exemple, que l'on peut échapper au paludisme, vivre, fonder une famille, élever des troupeaux et produire des récoltes nourricières sur une terre restée jusque-là en friche à cause de son insalubrité. « Que votre expérience soit une leçon vivante. Le fait a plus de vertu que le précepte. Que la preuve éclate, de la possibilité d'un *assainissement sans risques, rapide et définitif* ».

(²) R. Souèges, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 79.
(³) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 88, 1941, p. 602.

Pour cette expérience, l'État concéda à l'Institut Pasteur, en 1927, un marécage de 360 hectares que les hommes fuyaient par crainte du paludisme et d'où ils écartaient leurs troupeaux par crainte des piroplasmoses. Situé dans la Commune de Birtouta, à 25^{km} d'Alger, il était inscrit sur les Registres de l'Administration des Domaines sous le nom de « Marais des Ouled Mendil ». Sur la carte au 50000e du Service Géographique de l'Armée, datée de 1926 (feuille Kolea), il était représenté par les signes conventionnels (petits traits bleus horizontaux interrompus); en son milieu, un étang aux eaux permanentes, de 5 hectares, était indiqué par des traits bleus continus. Le marais occupait un bas-fond de la plaine de la Mitidja, où s'accumulaient, en plus des eaux pluviales (environ 800^{mm} par an), les eaux de ruissellement descendues des proches collines du Sahel, au Nord, et des lointaines montagnes de l'Atlas, au Sud. Il ne nourrissait que des ronces et des joncs, sans un arbre. Couvert d'eau pendant la saison pluvieuse, il était desséché, brûlé et crevassé par les chaleurs caniculaires : trop d'eau en hiver, pas assez en été.

L'étude épidémiologique préalable à la campagne antipaludique a porté sur les deux facteurs épidémiques actifs du paludisme : les porteurs de germes constituant le réservoir de virus, les gîtes à larves d'anophèles transporteurs de virus.

La condition nécessaire pour qu'une épidémie se développe en un lieu donné est que les deux facteurs actifs s'y trouvent réunis. Nécessaire, mais non point suffisante. L'observation montre en effet que des paludéens, porteurs de germes, et des anophèles, colporteurs de germes, s'ils sont peu nombreux, peuvent coexister dans un pays, sans constituer un péril immédiat pour la population encore saine. Les deux facteurs actifs ne deviennent réellement nocifs qu'à partir d'un certain degré de fréquence, d'abondance ou d'intensité; chacun présente ainsi un *seuil de danger*, au-dessous duquel son influence est négligeable; le risque d'épidémie naît, au contraire, lorsque l'un des facteurs croît jusqu'à franchir ce seuil. Inversement, il n'est pas indispensable qu'un facteur épidémique actif soit anéanti pour cesser d'être une cause d'infection; il suffit qu'il reste ou qu'on le maintienne au-dessous du *seuil de danger*.

L'indice endémique palustre (nombre pour cent des grosses rates paludéennes) était, chez les habitants des confins du Marais des Ouled Mendil, avant la campagne antipaludique, de 53 %. L'expérience nous avait enseigné qu'en Algérie le *seuil de danger* du réservoir de virus correspondait à un indice splénique de 10 %. On procéda donc à une campagne de prophylaxie médicamenteuse systématique de la population; de la quinine était distribuée, tous les trois jours, à tous les habitants voisins du Marais. L'indice endémique splénique descendit de 53 % à environ 6 % en quelques années. Le réservoir de virus avait été ainsi abaissé au-dessous du *seuil de danger*.

Le transmetteur de virus était, dans le Marais des Ouled Mendil, *Anopheles maculipennis* Meigen, variété *labranchiæ* Falleroni, l'anophèle le plus redou-

table de la région méditerranéenne. La suppression des anophèles a été obtenue principalement par l'application d'une mesure de comblement naturel, simple et économique, le colmatage. On a conduit, dans une série de bassins rectangulaires de retenue et de décantation, aménagés au milieu de la cuvette marécageuse et successivement mis en œuvre, les eaux torrentielles qui dévalent, chargées de terre et de sable, des collines du Sahel, au moment des pluies. De 1929 à 1934, date à laquelle le but visé a été atteint, 245 000 mètres cubes d'alluvions se sont déposés à l'intérieur de ces bassins; au niveau de l'épanchoir, les atterrissements ont surélevé le sol d'environ 90 centimètres. Ainsi on a pu contraindre le torrent dévastateur à rendre à la plaine ce qu'il prit à la montagne, effacer définitivement les creux où stagnait l'eau dangereuse, extirper le paludisme avec les anophèles, et, du même coup, rendre à la charrue des terres jusque-là incultes.

D'autre part, on a creusé, pour l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement, 42^{km} de drains, fossés et rigoles.

L'eau impossible à supprimer, des bassins, des drains et des colmateurs a été peuplée de petits poissons originaires du Texas, les gambouses (*Gambusia holbrooki* Grd.), insatiables dévoreurs de larves d'anophèles.

Dans les bas-fonds les plus difficiles à drainer, ont été plantés plus de 45 000 arbres, surtout des *Eucalyptus algeriensis* Trabut, véritables pompes aspirantes vivantes, qui de plus, pendant la guerre, ont fourni tout le bois de chauffage nécessaire aux laboratoires de l'Institut Pasteur d'Algérie.

Ayant supprimé le marais de 360 hectares, on est parvenu à mettre en culture un vaste terrain improductif, que le paludisme rendait inhabitable à l'homme et les piroplasmoses aux bovidés. Deux fermes et 15^{km} de routes ont été construits, 5 puits ont été forés. Le terrain essarté et défoncé a été entièrement défriché et mis en culture. En 1946, ont été semés, pour l'alimentation des animaux de laboratoire, 163 hectares de céréales et 40 hectares de plantes fourragères (trèfle d'Alexandrie, luzerne, vesces et avoine, betteraves, maïs, etc.). Un vignoble de 10 hectares fournit le moût nécessaire aux cultures pures de levures de vin, ainsi qu'aux expériences de laboratoire. Pendant la guerre, 20 hectares ont été plantés de lin, dont la graine a été livrée à l'Administration, et la paille, rouie, nous a servi à préparer 130^{km} de bonne ficelle pour nos stérilisations et nos expéditions.

Cette expérience d'assainissement et de défrichement, commencée en 1927, était terminée en 1936. Le marais et l'étang qui figuraient sur la carte au 50000e, dressée en 1926 par le Service Géographique de l'Armée, ont été effacés sur la carte dressée en 1936.

Vingt ans après le début de l'expérience, on peut en tirer la conclusion : aucun des pionniers qui ont débroussaillé, défoncé, drainé le Marais, aucun des ouvriers agricoles qui l'ont labouré, semé, moissonné, n'a eu le paludisme. Les Européens, neufs et sensibles au paludisme, qui constituaient les *sujets d'expérience*, et ont habité les deux fermes de jour et de nuit, étaient au nombre

de 46 : 31 adultes (15 hommes et 16 femmes) et 15 enfants âgés de moins de 15 ans. Parmi ces 15 enfants, 4 sont nés aux Ouled Mendil. La durée moyenne du séjour de ces habitants européens a été de 4 ans. Tous sont restés complètement indemnes de paludisme. Aucun des ouvriers indigènes, sédentaires ou de passage, n'a manqué à l'appel pour cause de fièvres. Aucun n'a signalé de cas dans sa famille. Des vaches laitières de races françaises, vaccinées contre les piroplasmoses par nos virus-vaccins, pacagent là où naguère on n'osait point, par crainte de ces maladies, mener les bœufs de labour.

Les salaires versés au personnel font vivre une soixantaine de familles, dont cinq de souche européenne, les autres de souche indigène. Les cultures vivrières contribuent à alimenter nos animaux servant aux expériences ou à la préparation des sérums et des vaccins.

Dans toute expérience on constitue un témoin. C'est pourquoi, lorsque nous avons entrepris, en 1927, l'assèchement et le défoncement du Marais des Ouled Mendil, nous avons laissé un coin de terrain (un peu plus d'un quart d'hectare) dans l'état même où nous l'avions trouvé. Nulle plante nouvelle n'y a poussé, qui n'ait été apportée par les vents ou par les oiseaux. Le contraste est saisissant entre ce fourré hérissé qui croît à sa guise, comme avant l'arrivée des Français, et les blondissantes moissons qui l'entourent.

[Des planches photographiques et deux cartes (1926, 1936) sont présentées et circulent en Séance.]

MICROBIOLOGIE. — *De l'influence sur la toxine pesteuse des filtrats de culture de* B. subtilis, *de* Penicillium notatum, *d'*Actinomyces griseus. Note de MM. **Gaston Ramon**, **Georges Girard** et **Rémy Richou**.

Au cours de ces derniers temps, il a été mis en évidence dans les filtrats de culture de *B. subtilis*, de *Penicillium notatum*, d'*Actinomyces griseus* et d'autres germes antagonistes encore, des principes « antidotiques » comme nous les avons dénommés, capables d'agir *in vitro* sur les exotoxines microbiennes telles que les poisons staphylococcique, diphtérique, tétanique, etc. pour les altérer et finalement les détruire ([1]).

D'autre part, il a été montré récemment que la toxine pesteuse, tout en étant de nature protéidique comme les exotoxines et se rapprochant d'elles par certains autres caractères tels que sa facile transformation en anatoxine sous l'influence combinée du formol et de la chaleur, sa thermolabilité relative, s'en distingue par des propriétés d'ordre immunologique. Elle provoque notamment la formation d'anticorps antibactériens différents des véritables antitoxines ([2]).

([1]) G. Ramon, et R. Richou *Comptes rendus*, **220**, 1945, pp. 543 et 801; **221**, 1945, pp. 213 et 271; **222**, 1946, pp. 621 et 772; *Revue d'Immunologie*, **9**, 1944-1945, pp. 161-217; **10**, 1946 pp. 9-32; G. Ramon, C. Levaditi, R. Richou et Mlle J. Henry, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 82.

([2]) G. Girard et G. Sandor *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1078.

Il était intéressant d'étudier l'effet sur la toxine pesteuse, des filtrats de culture des germes antagonistes qui se montrent si actifs à l'égard des exotoxines vraies.

Dans ce but, nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences. Seule l'une d'entre elles sera relatée ici.

On prépare des mélanges qui renferment tous : $0^{\text{cm}^3},5$ de toxine pesteuse (représentant 2 à 3 doses mortelles pour la Souris) et un volume égal de chacun des filtrats de culture de *B. subtilis*, de *Penicillium notatum*, d'*Actinomyces griseus* dont les propriétés antidotiques respectives étaient évaluées d'avance au moyen de la méthode établie tout dernièrement ([3]). Ces mélanges sont exposés à la température de 37°, les uns pendant 6 heures, les autres durant 24 heures. Chaque sorte de mélanges, différant par l'origine et la valeur des filtrats et par la durée du séjour à 37°, est injectée sous la peau de 3 souris. De plus, 3 souris reçoivent, à titre de témoins, les mélanges de $0^{\text{cm}^3},5$ de toxine pesteuse et de $0^{\text{cm}^3},5$ d'eau physiologique, conservés 24 heures à l'étuve à 37°.

Nous avons rassemblé en un tableau les détails et les résultats de ces expériences.

$0^{\text{cm}^3},5$ Toxine pesteuse $0^{\text{cm}^3},5$ Filtrat *Subtilis* (40 unités antidotiques)	6 heures à 37°	Souris morte en 24 heures
		» » »
		» » »
	24 » »	» » »
		» » »
		» » »
$0^{\text{cm}^3},5$ Toxine pesteuse $0^{\text{cm}^3},5$ Filtrat *Subtilis* (450 unités)	6 » »	» » »
		» » »
		» » »
	24 » »	» » 36 heures
		» » 3 jours
		Souris survivante après 4 jours
$0^{\text{cm}^3},5$ Toxine pesteuse $0^{\text{cm}^3},5$ Filtrat *Penicillium* (30 unités)	6 » »	» morte en 24 heures
		» » »
		» » 36
	24 » »	» » 24
		» » »
		» » »
$0^{\text{cm}^3},5$ Toxine pesteuse $0^{\text{cm}^3},5$ Filtrat Actinomyces (75 unités)	6 » »	» » »
		» » »
		» » 36
	24 » »	» » 24
		» » »
		» » 3 jours
$0^{\text{cm}^3},5$ Toxine pesteuse $0^{\text{cm}^3},5$ Eau physiologique	24 » »	» » 24 heures
		» » »
		» » 36

([3]) G. Ramon et R. Richou, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 509.

Il ressort de ce tableau que les filtrats de culture de *Penicillium notatum* et d'*Actinomyces griseus*, utilisés dans nos expériences, n'ont pas été capables d'altérer sensiblement la toxicité, pour la Souris, de la toxine pesteuse. Seul un des filtrats de *B. subtilis* ayant un titre antidotique élevé (450 unités par centimètre cube) a eu une action appréciable sur cette toxine puisque des trois souris de ce groupe, l'une a survécu et les deux autres sont mortes avec un retard notable ([4]). Cette action, bien que nette, est relativement très faible surtout lorsque l'on sait que le même filtrat peut détruire en 24 heures à 37° des milliers de doses hémolytiques de toxine staphylococcique et une quantité de poison diphtérique correspondant à plusieurs centaines de doses mortelles pour le Cobaye.

Ainsi, la toxine pesteuse qui diffère des exotoxines véritables par divers caractères séro-immunologiques, s'en différencie encore par la façon de se comporter à l'égard des filtrats de culture des germes antagonistes tels que le *B. subtilis*, le *Penicillium notatum*, l'*Actinomyces griseus* ([5]).

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Théorie des surfaces et topologie restreinte du second ordre*. Note de M. **Georges Bouligand**.

Étant donné le trièdre $Oxyz$, j'appelle $M_1(x_1, y_1, z_1)$ le transformé de $M(x, y, z)$ par une homéomorphie telle qu'en donnant à M quelque mouvement ayant à tout instant une vitesse, une accélération déterminées, le mobile occupant au même instant la position M_1 prenne un mouvement de la même catégorie. Les homéomorphies à jacobien non nul de cette famille forment le groupe G_2 de la *Topologie restreinte du second ordre*, vis-à-vis duquel le théorème de Meusnier étendu à la géométrie des ensembles de points a un

---

([4]) Rappelons que si la pénicilline n'a qu'un pouvoir bactériostatique très réduit sinon nul à l'égard du bacille pesteux *in vitro* et totalement absent *in vivo* (E. Magrou, *Bull. Soc. Méd. militaire*, **39**, 1945, p. 68), le filtrat du *B. subtilis* est, par contre, doué de propriétés antibiotiques faciles à mettre en évidence *in vitro* vis-à-vis de ce germe (G. Ramon et R. Richou, *Revue d'Immunologie*, **9**, 1944-1945, p. 183).

([5]) S'inspirant de nos recherches sur les propriétés antidotiques, Hauduroy et Rosset ont étudié l'action des filtrats de *Penicillium notatum* sur la tuberculine et ont fait connaître tout récemment (*Revue de la Tuberculose*, **10**, n°s 5 et 6, 1946) que ces filtrats pouvaient détruire *in vitro* et *in vivo* la toxicité que possède la tuberculine pour les cobayes tuberculeux. Dans des essais que nous poursuivons en liaison avec M. Robert Debré et ses collaborateurs nous avons constaté que cette propriété antidotique, à l'égard de la tuberculine, des filtrats de *Penicillium*, est partagée, au moins *in vitro*, par les filtrats de *B. subtilis* et d'*Actinomyces griseus*. Ces constatations sont importantes du point de vue pratique. Du point de vue théorique il est intéressant de les comparer à celles que nous venons de faire en ce qui concerne la toxine pesteuse, car la tuberculine n'est pas, elle non plus, une exotoxine vraie, et cependant elle semble, au contraire de la toxine pesteuse, sensible aux principes antidotiques des germes antagonistes.

sens invariant (¹). La présente Note se propose, par relativisation, de rallier à G_2 des notions classiques : *réseaux conjugués, lignes asymptotiques, réseaux orthogonaux, lignes de courbure* d'une surface. Et cela, grâce à la possibilité d'exprimer ces diverses notions en termes de la théorie du contact, en faisant intervenir des contacts d'ordre deux au plus.

A un point courant $M[u, v, z(u, v)]$ de la surface $z = z(x, y)$, j'attache une surface $z = \varpi(x, y; u, v)$ telle que $\varpi - z$ et ses dérivées premières par rapport à x, y s'annulent avec $x - u$, $y - v$; puis une surface $\gamma(x, y, z; u, v) = 0$ ayant M pour point conique, c'est-à-dire dont l'équation puisse s'écrire $\varphi_2[x - u, y - v, z - z(u, v)] = 0$, où φ_2 est une forme quadratique des variables explicitées, à coefficients fonctions continues de x, y, z, u, v, et telle qu'en égalant ces coefficients à leurs valeurs en M, le cône Γ du second ordre de sommet M ainsi obtenu (réel ou imaginaire) ne soit pas dégénéré.

Cela posé, la théorie annoncée reproduit l'appareil analytique du chapitre indiqué de la théorie des surfaces en remplaçant les plans tangents par les surfaces $z = \varpi$, les sphères tangentes par les surfaces $\Sigma_{uv\lambda}$ suivantes :

$$(1) \qquad z - \varpi(x, y; u, v) - \lambda\gamma(x, y, z; u, v) = 0,$$

où λ est un nouveau paramètre; aux droites, se substituent les intersections de deux surfaces $z = \varpi$, à l'orthogonalité de deux directions issues de M, le fait de directions conjuguées par rapport à Γ. Considérons les formes bilinéaires

$$\chi(du, dv; \delta u, \delta v) = (\varpi - z)_{xx} du\,\delta u + (\varpi - z)_{xy}(du\,\delta v + dv\,\delta u) + (\varpi - z)_{yy} dv\,\delta v,$$
$$\omega(du, dv; \delta u, \delta v) = \gamma_{xx} du\,\delta u + \gamma_{xy}(du\,\delta v + dv\,\delta u) + \gamma_{yy} dv\,\delta v,$$

où, ayant effectué les deux dérivations notées par les indices, on fait $x = u$, $y = v$. Alors $\chi = 0$ étend la notion de tangentes conjuguées et $\omega = 0$, celle de tangentes orthogonales. Cela posé, on généralise comme suit :

1° Le théorème des asymptotiques. — *L'équation* $\chi(du, dv; du, dv) = 0$ *est à la fois celle des lignes de* $z = z(x, y)$ *osculatrices en tout point au pseudo-plan tangent* $z = \varpi$ *correspondant et celle des lignes dont les pseudo-tangentes sont osculatrices* $z = z(x, y)$ (²).

2° Le théorème des lignes de courbure. — *L'équation définissant le couple commun aux deux involutions* $\chi = 0$, $\omega = 0$ *et par suite les lignes qui sont à la fois pseudo-orthogonales et pseudo-conjuguées est aussi celle des lignes* L *telles qu'en chaque point courant* M, *la caractéristique de la* $z - \varpi - \lambda\gamma = 0$ *osculatrice à* L *en* M *admette* L *comme point multiple.*

Pour apprécier la portée de ces énoncés, il convient d'observer qu'on ne peut en général, par aucune transformation de G_2, ramener toutes les sur-

(¹) G. Bouligand, *Act. Scientif. et Indust.*, 184, 1934, p. 33; *l'Enseignement mathématique*, 36, 1937, pp. 14 à 17.

(²) Dans cet énoncé et dans le suivant, l'emploi du préfixe pseudo est justifié par les explications données au troisième alinéa.

faces Π_{uv} à des plans et à plus forte raison toutes les surfaces $\Sigma_{uv\lambda}$ à des sphères. En effet, les Π_{uv} constituent une intégrale complète d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre, et l'on sait qu'il n'y a pas en général de transformation ponctuelle la ramenant au type de Clairaut. D'autre part, le fait de supposer (1) résolue en z requiert, lors d'une opération de G_2, une nouvelle γ qui dépend en général de λ; ce qui, dans les conditions supposées, ne change pas les résultats.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode pour effectuer les mesures polarométriques; applications*. Note [1] de MM. **Georges Reboul** et **François Bon**.

Dans les études polarographiques qui utilisent la polarisation d'électrodes à goutte de mercure, on applique généralement la méthode classique consistant à déterminer, en fonction de la différence de potentiel appliquée aux électrodes, les variations de l'intensité du *courant moyen* mis en jeu pendant la formation d'une goutte. Les courbes potentiel-courant ainsi tracées présentent pour certaine valeur du potentiel un *petit palier*, dont l'existence peut s'expliquer [2] en faisant intervenir l'oxygène dissous dans la solution électrolytique du voltamètre à goutte; les hauteurs de ce palier permettent de doser des substances électro-réductibles préalablement mélangées aux électrolytes utilisés.

Nous avons pensé qu'il y aurait avantage, pour la commodité et la sensibilité des opérations, à remplacer les déterminations précédentes par celles des variations, en fonction du temps, de l'intensité du *courant instantané* mis en jeu pendant la formation de la goutte. On substitue ainsi à la valeur globale d'une surface limitée par une courbe, la connaissance détaillée de la courbe elle-même.

Pour faire cette détermination, on dispose en série avec le voltamètre à goutte, une f. é. m. E et une résistance R aux bornes de laquelle est placé en dérivation un oscillographe cathodique. La tension entre les électrodes étant P, on a, à chaque instant, $P = E - Ri$, i intensité du courant instantané dont les variations sont données par la courbe de l'oscillographe.

Cette courbe [3] présente à son début des accidents a, b, c paraissant dus à des actions mécaniques qui accompagnent la formation de la goutte; leur rôle est d'ailleurs secondaire au point de vue qui nous occupe. Ces accidents initiaux sont suivis d'un semi-palier cd, puis d'un brusque ressaut de, après lequel l'intensité atteint une valeur maxima qui reste constante jusqu'au moment où la goutte se détache.

---

(1) Séance du 28 avril 1947.

(2) Heyrovsky, *Phil. Mag.*, 7, 1929, p. 951; Ilkovic, *Coll. Trav. Chim. Tchécoslovaquie*, 1936-1937.

(3) Voir la figure, Note de M. François Bon, *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 286.

L'existence du ressaut *de* paraît liée à celle du « petit palier » que l'on trouve dans la méthode classique; elle peut, elle aussi, s'interpréter en faisant intervenir l'oxygène dissous dans l'électrolyte utilisé. Quoi qu'il en soit, l'expérience montre que l'élimination de cet oxygène dissous (par barbotage prolongé d'un courant d'hydrogène, par exemple) retarde l'apparition du ressaut *de*, ce qui se traduit sur la courbe par un allongement du semi-palier *cd*.

De même l'addition de quelques gouttes d'une substance tensio-active (fuchsine, diamidophénol), en modifiant l'action produite par l'oxygène dissous, dans le voisinage immédiat de la goutte cathode, retarde l'apparition du ressaut et allonge *cd*.

Un résultat semblable est obtenu quand on remplace le mercure pur de l'électrode à goutte par du mercure souillé par un métal tel que le zinc, l'étain ou le plomb; plus la teneur en un de ces métaux est grande, plus le palier *cd* est long. Cet effet est sans doute dû à l'oxydabilité du mercure impur, cette dernière se traduisant, elle aussi, par des modifications, dans le voisinage de la cathode, de l'action produite par l'oxygène dissous. D'ailleurs si l'on dissout dans le mercure des métaux nobles, tels que l'or ou l'argent, l'oxydabilité de l'amalgame disparaît ou s'atténue considérablement et l'on constate que la longueur du palier *cd* est la même que si le mercure était pur.

Enfin l'accroissement de la résistance R en série avec le voltamètre, a pour effet de raccourcir le palier *cd*, tandis que sa diminution l'allonge.

Quelle que soit l'interprétation théorique de ces divers faits, ils ouvrent un assez vaste champ d'applications, notamment en ce qui concerne le dosage de substances capillairement actives ou cathodiquement électro-réductibles.

Ces dosages peuvent s'effectuer assez commodément puisque la synchronisation permet la photographie ou l'examen précis des courbes obtenues; d'autre part une augmentation du balayage, allongeant à volonté le palier *cd* à mesurer, permet d'accroître considérablement la sensibilité de la méthode. C'est ainsi que nous avons pu tracer des courbes d'étalonnage qui permettent de déterminer les très faibles quantités soit d'oxygène dissous dans l'électrolyte, soit de corps tensio-actifs mélangés à ce même électrolyte (dosage de colorants, de vitamines, de sérums sanguins, etc.).

La méthode permet aussi de se rendre compte de l'état de pureté d'un échantillon donné de mercure : on peut doser du zinc dans le mercure jusqu'à une teneur de l'ordre du millionième. La sensibilité de ces mesures est telle qu'on peut utiliser ce dispositif expérimental pour déterminer des vitesses de diffusion dans les liquides. Pour avoir, par exemple, la vitesse de diffusion du zinc dans le mercure, il suffit de relier le mercure de l'électrode à goutte avec l'une des extrémités d'un tube horizontal de longueur connue et rempli de mercure pur, on introduit à l'autre extrémité un peu de mercure souillé de zinc et l'on mesure le temps au bout duquel le mercure de la goutte accuse, par un allongement du palier *cd*, la présence de traces de zinc diffusées.

ATOMISTIQUE. — *Recherches sur un isotope durable de numéro atomique* 84.
Note [1] de M. **Horia Hulubei** et Mlle **Yvette Cauchois**.

Dans une Note présentée le 3 juin 1940 [2], nous avions annoncé quelques résultats préliminaires positifs d'une recherche d'un élément durable de numéro atomique 84. L'existence d'un tel isotope 84, envisagée comme possible par St. Meyer [3], L. Meitner [4], J. Schnitlmeister [5], entre autres, n'avait pu être prouvée par les travaux expérimentaux de F. Hevesy et A. Guenther [6] et J. Proszt et M. Vendl [7].

Notre détection était faite par le spectre d'émission X de souches provenant de minerais de Roumanie appartenant au genre des petzites. Les échantillons analysés n'émettaient que très peu de particules α et donnaient des raies $L\alpha_1$ et β_1 caractéristiques d'atomes 84 qui, vu l'activité α, ne pouvaient être du polonium. Nous savions en effet, à la suite d'une étude des spectres du polonium [8] [9], que les quantités de cet isotope susceptibles d'être décelées spectroscopiquement dans les mêmes conditions se manifestent par une activité α incomparablement plus forte.

Nous avons pu reprendre récemment ce travail interrompu en 1940 et préciser nos premiers résultats, grâce à des traitements chimiques plus poussés que ceux que nous avions eu le moyen de faire alors.

L'analyse a été faite, comme précédemment, à l'aide de spectrographes à focalisation, sur différents plans réticulaires de lames de quartz ou de micas. L'excitation cathodique est réalisée dans des tubes à rayons X ordinaires, déjà décrits [9], ou dans des tubes spécialement adaptés à l'étude des produits volatils.

Pour multiplier les recoupements, nous travaillons soit avec cathode à oxydes, comme en 1940, soit avec filament de tungstène ou de molybdène, soit en tube à gaz à cathode froide d'aluminium.

Nous avons obtenu l'indication d'un enrichissement en 84 durable dans nos produits, par des procédés classiques de la chimie du polonium. Nous décelons la présence des atomes 84 par les raies $L\alpha_1$, β_1, β_2, γ_1. Les microphotogrammes 2, 3 et 4 montrent, par exemple, l'effet de concentration sur les raies β_1 et β_2. L'isotope à analyser se trouve ici dans un mélange d'éléments lourds tels

---

(1) Séance du 14 avril 1947.

(2) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 761.

(3) *Zeits. f. phys. Chem.*, 95, 1920, p. 413.

(4) *Naturw.*, 14, 1926, p. 719.

(5) *Ber. Wien. Akad.*, 147, 11 A, 1938, p. 581.

(6) *Nature*, 125, 1930, p. 744; *Zeits. anorg. Chem.*, 194, 1930, p. 162.

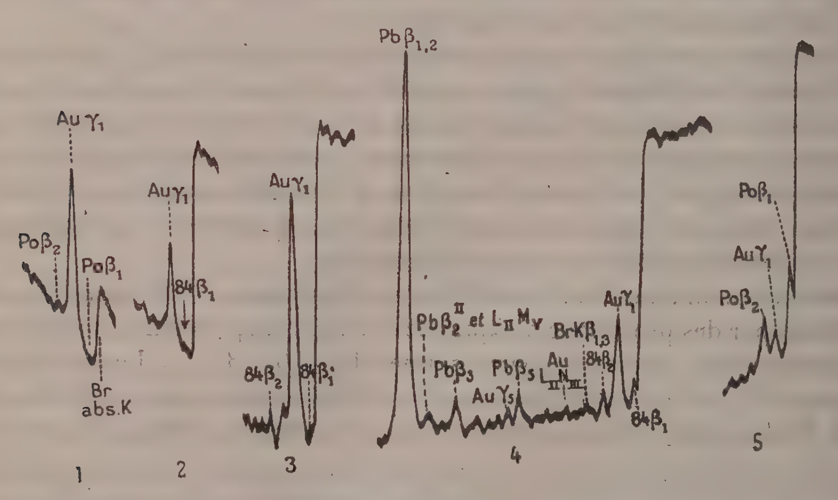
(7) *Mitt. berg. Hut. Hochschule Berg-Fortwesen*, 1930, p. 314.

(8) H. Hulubei, Y. Cauchois et S. Cotelle, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1204.

(9) *Disqu. Mat. Phys.*, 1, f. 1, 1940, p. 141.

que Au, Pb, Bi, Te, Ag, Zn, Se. Les quantités de substance initale dont nous disposions ne nous ont pas encore permis de pousser plus loin les traitements pour obtenir d'autres renseignements spectroscopiques, comme les crêtes d'absorption dont la mise en évidence demande des quantités absolues d'éléments et une concentration beaucoup plus grande que celles nécessaires pour obtenir les raies les plus fortes du spectre d'émission. Dans les conditions d'expérience nous avons généralement trouvé préférable d'utiliser les raies $L\beta_1$ et β_2 comme test de détection, quoique la raie α_1 soit respectivement 2 et 4 fois plus intense que β_1 et β_2, *pour des éléments purs*, dans cette région du système périodique. La composition globale des échantillons donne un coefficient d'absorption massique moyen de l'ordre de 60 au voisinage de β_1 (920 $u.x$) et environ deux fois plus grand au voisinage de α_1 (1111 $u.x$); ce qui peut expliquer que la réabsorption des raies β soit plus faible et favorise leurs intensités relatives par rapport à α_1. Nous avons de même observé que β_1 et β_2 apparaissent plus clairement que α_1 avec des souches de polonium impur contenant le même genre d'impuretés, en particulier de l'or et de l'argent.

Les microphotogrammes 1 et 5 ci-contre montrent pour comparaison avec l'isotope durable, les spectres $L\beta$ de deux préparations de Po, d'environ 400 et 10000 u. e. s. respectivement, plus ou moins pures.



1, Po 400 u. e. s.; 2, 3, 4, préparés de 84 durable résultants du traitement progressif d'un minerai; 5, Po 10000 u. e. s.

Des contrôles spectroscopiques rigoureux montrent que les raies obtenues sont bien celles émises par un élément 84. D'après notre expérience de la spectrochimie par ces méthodes et dans ce domaine, il nous semble que les minéraux traités qui nous ont donné des résultats positifs devaient contenir de 10^{-6} à 10^{-9} de 84 durable.

M. **Alexandre Bigot** fait hommage à l'Académie d'un fascicule extrait du *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie : Jacques-Amand Eudes-Deslongchamps*, 1794-1867, *Correspondant de l'Académie des Sciences*.

PLIS CACHETÉS.

M. **Lucien Lévy** demande l'ouverture de deux plis cachetés reçus dans les séances des 11 octobre 1943 et 13 décembre 1944 et enregistrés sous les nos 11.927 et 12.023.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent deux Notes intitulées *Note sur l'électron*, no 1 et no 2.

(Renvoi à la Section de Physique générale.)

CORRESPONDANCE.

M. **Patrick Blackett**, élu Correspondant pour la Section de Physique générale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

N. D. Tomachov. *La corrosion des métaux par la dépolarisation de l'oxygène* (en langue russe).

GÉOMÉTRIE. — *Sur la géométrie récente du tétraèdre.* Note [1] de M. **Victor Thébault**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Étant donné un tétraèdre $T = ABCD$ inscrit dans une sphère (O) de centre O, de rayon R, un point arbitraire P et quatre longueurs l_a, l_b, l_c, l_d, il est possible de déterminer huit points Q par où passent des axes Δ_a, Δ_b, Δ_c, Δ_d perpendiculaires aux faces BCD, CDA, DAB, ABC, sur lesquels P se projette orthogonalement en P_a, P_b, P_c, P_d et qui possèdent la propriété suivante.

Théorème. — *Il existe quatre angles θ_a, θ_b, θ_c, θ_d tels que les cônes de révolution de sommets P_a, P_b, P_c, P_d, d'axes Δ_a, Δ_b, Δ_c, Δ_d et de demi-angles aux sommets θ_a, θ_b, θ_c, θ_d, coupent les faces opposées suivant quatre cercles* (C_a), (C_b), (C_c), (C_d) *situés sur une même sphère de centre Q, de rayon $l_a \operatorname{tg}\theta_a = l_b \operatorname{tg}\theta_b = \ldots$, et réciproquement.*

En effet, (x, y, z, t), (x_1, y_1, z_1, t_1) étant les coordonnées normales absolues de P, Q, pour que les cercles (C_a), (C_b), ... soient sur une même sphère en cause, il faut et il suffit que l'on ait

$$l_a^2 x_1^2 : (l_a^2 - x^2) = l_b^2 y_1^2 : (l_b^2 - y^2) = l_c^2 z_1^2 : (l_c^2 - z^2) = l_d^2 t_1^2 : (l_d^2 - t^2) = l_a^2 \operatorname{tg}^2\theta_a = l_b^2 \operatorname{tg}^2\theta_b, \ldots$$

(1) Séance du 28 avril 1947.

Or, les points Q dont les coordonnées normales sont proportionnelles à

$$\pm\frac{\sqrt{l_a^2-x^2}}{l_a},\qquad \pm\frac{\sqrt{l_b^2-y^2}}{l_b},\qquad \pm\frac{\sqrt{l_c^2-z^2}}{l_c},\qquad \pm\frac{\sqrt{l_d^2-t^2}}{l_d},$$

remplissent ces conditions et sont au nombre de huit.

2. *a*. *Sphères de Tücker.* — Si

$$P\equiv O(x=R\cos A,\ y=R\cos B,\ \ldots),$$

et

$$l_a=R\,\frac{[(1-m)^2\operatorname{tg}^2V+m^2]^{\frac{1}{2}}}{(1-m)\operatorname{tg}V-m\operatorname{tg}A},\qquad l_b=\ldots,\qquad l_c=\ldots,\qquad l_d=\ldots,$$

les points Q de coordonnées normales absolues

$$\pm R[(1-m)\sin A+m\cos A],\qquad \pm R[(1-m)\sin B+m\cos B],\qquad \ldots,$$

A, B, C, D étant les angles des faces BCD, CDA, ..., avec la sphère (O), V l'angle de Brocard de T, se confondent avec le point Q qui divise la distance OL du centre de (O) au *second* point de Lemoine dans le rapport $LQ:LO=m$ et ses sept *associés*. Dès lors, pour Q,

$$(1)\qquad \operatorname{tg}\theta_a=(1-m)\operatorname{tg}V-m\operatorname{tg}A,\qquad \operatorname{tg}\theta_b=(1-m)\operatorname{tg}V-m\operatorname{tg}B,\qquad \ldots.$$

et la sphère (Q, σ), de centre Q, dont le carré du rayon

$$\sigma^2=l_a^2\operatorname{tg}^2\theta_a=R^2[(1-m)^2\operatorname{tg}^2V+m^2]$$

est une sphère de Tücker de T ([2]).

Les associés du point Q sont les centres de sept autres sphères.

b. Si $P\equiv O$ et $l_a=l_b=l_c=l_d=R$, les huit points Q de coordonnées normales $\pm R_a$, $\pm R_b$, $\pm R_c$, $\pm R_d$, R_a, R_b, ..., étant les rayons des cercles BCD, CDA, ..., coïncident avec le point L et avec ses associés. Les coordonnées normales absolues de L étant

$$R_a\operatorname{tg}V,\ R_b\operatorname{tg}V,\ \ldots,\qquad (\operatorname{tg}V=12V:\Sigma ab'c'),\qquad \theta_a=\theta_b=\theta_c=\theta_d=V.$$

La sphère (L, σ) a pour centre L et pour rayon $\sigma=R\operatorname{tg}V$ (*seconde* sphère de Lemoine ou *des cosinus*) ([3]). Les sept sphères associées, centrées aux associés de L, ont pour rayons $\sigma_i=R\operatorname{tg}V_i$, où $\operatorname{tg}V_i=12V:\Sigma(\pm ab'c')$.

c. *Sphères de Tücker tangentes aux faces de* T. — En vertu de (1) leurs centres Q_i, situés sur OL, correspondent aux valeurs

$$\operatorname{tg}V:(\operatorname{tg}A+\operatorname{tg}V),\qquad \ldots,$$

de m et les rayons de ces sphères (Q_i) sont

$$\sigma_a=R\operatorname{séc}A\operatorname{tg}V:(\operatorname{tg}A+\operatorname{tg}V),\qquad \sigma_b=\ldots,\qquad \sigma_c=\ldots,\qquad \sigma_d=\ldots.$$

([2]) Cf. V. Thébault, *Comptes rendus*, 216, 1943, pp. 257-259.

([3]) P. Delens, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1151.

Elles touchent les faces BCD, CDA, DAB, ABC en leurs points de rencontre avec les droites joignant L aux sommets A′, B′, C′, D′ du tétraèdre tangentiel de T.

Si T est *isodynamique*, les sphères (Q_i) touchent les faces aux pieds des symédianes AL, BL, CL, DL.

N. B. — Dans un tétraèdre quelconque T, il faudrait appeler AL, BL, CL, DL *premières* symédianes et A′L, B′L, C′L, D′L *secondes* symédianes, à cause de l'analogie des propriétés fondamentales de leurs points avec celles des points des symédianes d'un triangle.

Si T est *isodynamique*, les symédianes AL et AL′, ... se confondent.

d. Dans un tétraèdre *orthocentrique* T dont le *premier* point de Lemoine est K, la sphère de centre $Q \equiv K$, de rayon (4)

$$\sigma = \frac{2\,\mathrm{ABCD}}{3\,\mathrm{V}(\mathrm{A}^2+\mathrm{B}^2+\mathrm{C}^2+\mathrm{D}^2)}(1-\cos^2 a \cos^2 a')^{\frac{1}{2}},$$

a, a' étant les dièdres suivant BC, DA, A, B, C, D les aires des faces, V le volume de T, correspond au point P de coordonnées normales

$$(\cos^2 a' + \cos^2 b + \cos^2 c + 2\cos a' \cos b \cos c), \quad \ldots,$$

à la longueur $l_a = l_b = l_c = l_d = 2\,\mathrm{ABCD} : (\mathrm{A}^2+\mathrm{B}^2+\mathrm{C}^2+\mathrm{D}^2)$ et à l'angle $\theta_a = \theta_b = \theta_c = \theta_d$ pour lequel

$$\mathrm{tg}^2\theta_a = 1 - \cos^2 a \cos^2 a' = 1 - \cos^2 b \cos^2 b' = 1 - \cos^2 c \cos^2 c'.$$

3. Dans le triangle, l'analogie est complète et conduit aux cercles de Tücker, de Lemoine, etc.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de formes quadratiques extérieures et la géométrie fondée sur la notion d'aire.* Note de M. **Robert Debever**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Dans une Note précédente (1) nous avons défini *a priori* une aire bidimensionnelle élémentaire dans une variété analytique V_4 par l'expression

$$(1.1)\qquad dS_2 = L(z^r, [dz^r dz^s]) \qquad (r, s = 1, 2, 3, 4),$$

où L est une fonction homogène et du premier degré en les composantes du bivecteur $[dz^r dz^s]$. L'expression (1.1) peut alors s'écrire comme une forme extérieure

$$(1.2)\qquad dS_2 = \Omega_2 = \frac{1}{2} L_{rs}(z^l, Z^{lu})[dz^r dz^s],$$

(4) V. Thébault, *Comptes rendus*, 218, 1944, pp. 25-27. (*Il faut lire* $1-\cos^2 a \cos^2 a'$, ..., *au lieu de* $1-\cos a \cos a'$, ...).

(1) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 887.

où $L_{rs} = \partial L/\partial z^{rs}$. Dans (1.2) les Z^{tu} sont proportionnels aux $[dz^t dz^u]$, de plus la nouvelle notation Ω_2 est introduite pour éviter toute ambiguïté dans le calcul de la différentielle extérieure de (1.2).

Il est toujours permis de supposer que la forme Ω_2 est de rang 2 et nous poserons

(1.3) $$\Omega_2 = [\omega^1 \omega^2],$$

où ω^1 et ω^2 sont deux formes linéaires en les dz^r.

A la forme (1.2) est associée d'une manière intrinsèque la forme quadratique extérieure

(1.4) $$\varpi_2 = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{g}}{L} \overline{Z^{rs}} [dz^r dz^s].$$

La forme (1.4) est également de rang 2, et grâce aux hypothèses faites il sera toujours possible de trouver deux formes linéaires en les dz^r telles que

(1.5) $$\varpi_2 = [\omega^3 \omega^4]$$

et telles que les quatre formes ω^1, ω^2, ω^3, ω^4 soient linéairement indépendantes.

2. Si nous posons successivement

(2.1) $$\omega^r = a^r_s \, dz^s, \qquad dz^r = A^r_s \omega^s,$$

(2.2) $$a^{rs}_{tu} = a^r_t a^s_u - a^r_u a^s_t, \qquad A^{rs}_{tu} = A^r_t A^s_u - A^r_u A^s_t,$$

(2.3) $$\theta^{rs} \equiv \frac{1}{2} a^{rs}_{tu} \, dZ^{tu} \quad (\text{mod. } \omega^1, \omega^2, \omega^3, \omega^4),$$

il nous sera toujours possible de satisfaire aux relations $\theta^{12} = \theta^{34} = 0$ et d'établir que les quatre formes $\theta^{i\alpha}$ ($i = 1, 2$; $\alpha = 3, 4$) sont linéairement indépendantes entre elles et des quatre formes ω^r. Nous pouvons ensuite montrer que l'on peut écrire

(2.4) $$d\varpi_2 = [\theta^{13} \omega^4 \omega^2] + [\theta^{14} \omega^2 \omega^3] + [\theta^{23} \omega^1 \omega^4] + [\theta^{24} \omega^1 \omega^3] + [\eta \varpi_2],$$

où η est une forme linéaire en ω^r, $\theta^{i\alpha}$, et

(2.5) $$d\Omega_2 = g_{i\alpha, j\beta} [\theta^{i\alpha} \omega^j \omega^\beta] \quad (i, j = 1, 2;\ \alpha, \beta = 3, 4),$$

où

$$g_{i\alpha, j\beta} = \frac{1}{4} g_{rs, tu} A^{rs}_{i\alpha} A^{tu}_{j\beta}.$$

3. Si l'on se propose de traiter de l'équivalence ponctuelle des formes Ω_2 (formes de rang 2 et de classe 8), un problème algébrique préalable se pose : les formes Ω_2, ϖ_2, $[\theta^{\overline{i\alpha}} \omega^i \omega^\alpha]$ étant invariantes, il faut au préalable classer les formes quadratiques symétriques à quatre variables

(3.1) $$g_{i\alpha, j\beta} u_{i\alpha} u_{j\beta},$$

dans un groupe G_k de transformations linéaires qui est un groupe produit de

deux groupes de transformations linéaires unimodulaires opérant sur deux variables.

Les formes Ω_2 pour lesquelles la forme (3.1) correspondante est équivalente à une somme de quatre carrés dans le groupe G_k constituent une classe d'équivalence qui n'est autre que la classe que nous avons caractérisée par une autre voie dans notre Note précédente. Aux formes Ω_2 de cette classe correspondent les fonctions L qui ont été désignées par L_M.

L'application de la méthode de E. Cartan au problème de l'équivalence ponctuelle des formes Ω_2 du type indiqué permet, par la considération des équations de structure, de montrer que V_4 peut être regardée comme une variété d'éléments de contact bidimensionnels à connexion euclidienne.

4. Dans une variété V_n sur laquelle on se donne *a priori* une aire m-dimensionnelle élémentaire $(1 \leqq m \leqq n-1)$ sous forme non homogène

$$(4.1)\quad dS_m = f(t^\alpha, x^i, x^i_\alpha)\, dt^1 \ldots dt^m \qquad \text{avec} \quad \alpha = 1, 2, \ldots, m;\ i = 1, 2, \ldots, n-m;$$

la classe d'équivalence envisagée ci-dessus peut se caractériser semblablement en considérant la forme de Legendre-Carathéodory ([2])

$$(4.2)\quad \left[\frac{\partial f}{\partial x^i_\alpha\, \partial x^j_\beta} + \frac{1}{f}\left(\frac{\partial f}{\partial x^i_\alpha}\frac{\partial f}{\partial x^j_\beta} - \frac{\partial f}{\partial x^i_\beta}\frac{\partial f}{\partial x^j_\alpha}\right)\right] u_{i\alpha} u_{j\beta}.$$

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur le couple de viscosité entre deux sphères concentriques*. Note ([1]) de MM. **Marius Aubert** et **Jean Villey**, présentée par M. Henri Villat.

M. Amédée Guillet ([2]) a observé entre deux sphères concentriques, avec un liquide visqueux interposé, quand l'une est animée d'une rotation uniforme lente autour d'un de ses diamètres, des couples très supérieurs à ceux prévus par le calcul classique. Des expériences récentes de M. Jacques Huetz ([3]), qui a vérifié ces anomalies, montrent d'ailleurs qu'elles disparaissent pour des viscosités suffisamment grandes.

a. Le calcul classique admet ou sous-entend :

1° que les équations linéaires de Stokes sont valables;

2° que les glissements sont nuls au contact des parois solides;

3° que les trajectoires sont des cercles centrés sur l'axe de rotation.

On peut alors classer les diverses causes possibles du désaccord.

I. Il est difficile d'évaluer les vitesses au-dessus desquelles les équations de Stokes, qui négligent les termes du second degré par rapport à la vitesse et à

([2]) *Acta Szeged*, 1929, pp. 193-216.

([1]) Séance du 21 avril 1947.

([2]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1522.

([3]) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 534.

ses dérivées partielles, cessent d'être une approximation légitime. Leur emploi serait en tout cas contradictoire avec des interprétations qui feraient appel à l'intervention des forces centrifuges.

Mais il est même permis de concevoir quelques doutes sur la légitimité de la notion de force de viscosité proportionnelle au gradient transversal de la vitesse, malgré son succès dans le calcul des écoulements capillaires de Poiseuille.

Dans le cas d'un gaz, ces forces sont une simple fiction. On considère un tronçon de filet et on l'assimile à un système matériel conservatif, bien qu'il échange de la matière avec le voisinage par agitation moléculaire. A ce soi-disant système conservatif on suppose appliquées des forces de frottement lui imposant les variations de quantité de mouvement qui sont en réalité dues aux échanges de matière. Ces forces fictives sont proportionnelles au gradient transversal de la vitesse et indépendantes de la pression.

Dans le cas des liquides, qui nous intéresse, les choses sont beaucoup plus complexes. A ces forces fictives, traduisant les échanges de matière, doivent se superposer des forces tangentielles réelles de glissement des molécules les unes sur les autres. Celles-ci s'apparentent plus ou moins aux forces de frottement entre solides, qui sont essentiellement fonction de la pression d'application mutuelle

II. Les équations de Stokes traitent le liquide comme un milieu continu pour introduire les dérivées partielles de la vitesse. Même si cette approximation se révèle satisfaisante dans la masse du liquide, on peut éprouver quelque gêne à la conserver encore lorsqu'il s'agit de traduire les conditions aux limites au contact des parois solides dont le frottement ne peut s'analyser que par le mécanisme moléculaire.

III. Mais on peut chercher à expliquer le désaccord sans mettre en cause la légitimité des équations de Stokes, en admettant que les trajectoires ne soit pas les cercles du calcul classique. C'est l'interprétation que M. Henry de Boscq de Beaumont nous a proposée il y a quatre ans, en imaginant des trajectoires enroulées en hélices sur des surfaces toriques constituées par les cercles classiques, qui lui paraissent compatibles avec les équations de Stokes.

b. On peut examiner en soi cette hypothése sans aborder le problême de la légitimité des équations de Stokes et des conditions qu'elles peuvent imposer aux trajectoires. On observera d'abord que les trajectoires circulaires exigées dans le cas d'un cylindre de révolution infiniment long, symétrique par rapport à chaque plan perpendiculaire à l'axe, ne le sont plus dans le cas des deux sphères où seul le plan équatorial est un plan de symétrie. Cette symétrie conduit assez naturellement à imaginer comme trajectoires, dans l'une et l'autre calotte, les hélices indiquées ci-dessus, qui ne doivent pas traverser le plan équatorial.

Dans une première expérience, M. de Beaumont avait observé l'existence

de gradients de pression suivant les méridiens, croissant avec la vitesse de rotation, qui appuyait l'hypothèse de composantes méridiennes de la vitesse.

Il nous a paru utile d'en obtenir une vérification plus directe en provoquant des expériences pour l'observation visuelle des trajectoires à travers une sphère extérieure transparente. La description qu'en a récemment donnée M. Charron [4] paraît à première vue s'accorder avec les prévisions en cause.

Il y aurait un grand intérêt, pour éclairer définitivement le paradoxe de Guillet, à poursuivre ces expériences en vue de s'en assurer de façon plus précise et de contrôler s'il existe une série discontinue de régimes permanents possibles, correspondant à la condition de fermeture des filets, qui exige un nombre entier de spires pour un tour complet autour de l'axe de rotation.

c. Après avoir ainsi bien précisé tous les caractères de ces trajectoires, il restera à juger si elles sont compatibles avec les équations de Stokes, conformément à la thèse de M. de Beaumont, ou si elles mettent en défaut leur validité. Il est à noter que, aux viscosités élevées, M. Charron [5] a observé les trajectoires circulaires de la théorie classique, auxquelles correspondent les couples normaux alors constatés par M. Jacques Huetz.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Contribution à l'étude théorique de l'effet de puits.* Note [1] de M. **Jean Legras**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Il s'agit d'étudier l'écoulement plan permanent autour d'un profil aspiré, en supposant qu'il existe sur un arc du profil une répartition continue de puits (ou de sources). Soit θ le paramètre d'un point du profil (auquel correspond $Z = a e^{i\theta}$ sur le cercle transformé); la répartition des sources sera définie par le débit algébrique $2\pi a k(\theta)\, d\theta$ qui entre dans le profil par chaque élément de l'arc $\theta_i - \theta_0 \leq \theta \leq \theta_1 + \theta_0$ qui représente la fente d'aspiration (ou de soufflage). Le potentiel complexe de cet écoulement est, évalué dans le plan Z,

$$(1)\qquad f(Z) = V_0\left(Z e^{-i\alpha} + \frac{a^2 e^{i\alpha}}{Z}\right) - \frac{i\Gamma}{2\pi}\log Z - \frac{i\Gamma_1}{2\pi}\log Z - a V_0 \int_{\theta_i-\theta_0}^{\theta_1+\theta_0} k(\theta)\log\frac{(Z - a e^{i\theta})^2}{Z}\, d\theta.$$

Γ_1 est la correction de circulation, déterminée par la condition de vitesse nulle à la pointe.

L'expression (1) permet le calcul du débit Q, et des composantes tangentielle V_T (sens positif θ décroissant) et normale V_N (sens positif normal inté-

---

[4] *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 373.

[5] *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 1098.

[1] Séance du 14 avril 1947.

rieur) de la correction de vitesse due à l'aspiration

$$(2)\qquad V_T(\theta) = V_1(\theta) - \frac{\Gamma_1}{2\pi a} \quad \text{où} \quad V_1(\theta) = -V_0\int_{\theta_1-\theta_0}^{\theta_1+\theta_0} k(\varphi)\,\text{cotg}\,\frac{\varphi-\theta_1-\theta}{2}\,d\varphi$$

(l'intégrale est prise en partie principale lorsque le point est intérieur à la fente);

$$(3)\qquad V_N(\theta) = 2\pi V_0 k(\theta) \quad (\text{pour } \theta_1-\theta_0 \leq \theta \leq \theta_1+\theta_0).$$

Le coefficient de débit, positif pour une aspiration, est

$$(9)\qquad c_q = \frac{Q}{4aV_0} = \frac{\pi}{2}\int_{\theta_1-\theta_0}^{\theta_1+\theta_0} k(\theta)\,d\theta.$$

En tout point de la fente, une ligne de courant arrive au profil sous l'angle $\omega(\theta)$ défini par

$$(5)\qquad \text{tg}\,\omega(\theta) = \frac{V_N(\theta)}{V_1(\theta)+V_T(\theta)},$$

où $V(\theta)$ est la vitesse en un point du profil lors de l'écoulement sans aspiration.

Cette équation définit $\omega(\theta)$, donc l'allure des lignes de courant à travers la fente en fonction de $k(\theta)$. On peut en particulier expliciter $V_N(\theta)$ et $\omega(\theta)$ en introduisant certaines solutions à 2 paramètres : à l'aide de là fonction type qui, définie sur un arc $(-\theta_2, \theta_2)$, est égale à $k(\cos\theta-\cos\theta_2)/(1-\cos\theta_2)$, nous construisons une solution somme de 3 fonctions du type précédent, définies sur les intervalles $(\theta_1-\theta_0,\ \theta_1+\theta_0)$, $(\theta_1-\theta_0,\ \theta_1)$, $(\theta_1,\ \theta_1-\theta_0)$ avec les constantes respectives k, k' et $-k'$. Ces constantes sont déterminées en fonction du débit et de la largeur de la fente, par l'équation (4) et en écrivant que la lèvre amont (soufflage) ou aval (aspiration) de la fente est point de vitesse nulle.

L'expression (I) permet, par application des formules de Blasius, de mettre en évidence une augmentation de portance $\rho V_0 \Gamma_1$ et une correction de traînée de valeur algébrique $\rho Q V_0$.

2. L'expression des vitesses sur le profil se simplifie pour une fente ponctuelle; nous sommes ainsi conduits à étudier un profil qui porte au point de paramètre θ_1 une source et un doublet d'axe tangent, de débit et intensité respectifs Q et I. On calcule facilement la vitesse en tout point du profil; l'accroissement du coefficient de portance ΔC_z ainsi que le déplacement ε du point d'arrêt sont définis par les formules suivantes, valables si la fente n'est voisine ni du bord de fuite, ni du bord d'attaque.

$$\Delta C_z = \Delta_1 C_z\left\{1-\frac{I}{Q}\cdot\frac{1}{\sin\theta_1}\right\}, \qquad \varepsilon = \varepsilon_1\left\{1-\frac{I}{Q}\cdot\frac{1}{\text{tg}\,\theta_1}\right\}$$

où

$$\Delta_1 C_z = -2c_q\,\text{cotg}\,\frac{\theta_1}{2}, \qquad \varepsilon(\text{radians}) = \frac{4}{\pi}\,\frac{C_q}{\sin\theta_1}.$$

Une aspiration sur l'intrados augmente C_z et déplace le point d'arrêt vers l'intrados ([2]).

I/Q est en général négligeable et l'on peut ne pas tenir compte de l'effet de doublet pour les fentes habituelles.

3° Il est facile de lier I/Q aux coefficients k et k' de la solution utilisée dans la première partie. On peut ainsi calculer le champ théorique des vitesses d'un profil aspiré en tenant compte de la largeur de la fente.

Il faudra cependant vérifier chaque fois que l'allure des lignes de courant à travers la fente correspond à un écoulement acceptable.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la masse propre des mésons.*

Note ([1]) de M. **Antonio Gião**.

Nous avons donné récemment ([2]) une théorie des nucléons (protons et neutrons) d'après laquelle ces particules ne sont pas élémentaires et doivent être considérées comme le résultat de la *fusion* (au sens de M. L. de Broglie) d'électrons, réalisée surtout pendant la phase en contraction de l'Univers qui a précédé la phase expansive ([3]). La masse propre et la charge électrique des nucléons est déterminée par l'équilibre : 1° entre le potentiel gravifique des corpuscules élémentaires (dont la fusion forme le nucléon) et le potentiel gravifique qui correspond à la densité fictive de masse représentée par la constante cosmologique λ_g de la théorie ; 2° entre le potentiel électrostatique des corpuscules élémentaires et le potentiel électrostatique qui correspond à la densité fictive de charge représentée par la deuxième constante cosmologique λ_ω de la théorie.

Ces deux équilibres sont supposés réalisés au début de la phase expansive de l'Univers, et l'on obtient pour le rapport $m_p/(m_0)_e$ de la masse propre du proton à la masse propre de l'électron la formule $m_p/(m_0)_e = 4e^4/\pi K(m_0)_e^3 c^2 P_0$, où e est la charge de l'électron, c la vitesse de la lumière, K la constante newtonienne de la gravitation et P_0 le rayon de l'Univers de De Sitter-Lanczos, le plus proche de l'Univers réel et au début de sa phase expansive, c'est-à-dire

---

([2]) Les valeurs $\Delta_1 C_z$ et ε correspondent au cas où l'effet de doublet est nul, cas étudié par M. Toussaint. (Voir *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 790.)

([1]) Séance du 21 avril 1947.

([2]) *Portugaliæ Physica*, 2, 1, 1946, pp. 1-98.

([3]) En désignant par l un nombre entier égal à 923 ± 1, par des flèches verticales les spins et par des crochets la fusion de couples de particules élémentaires, on aurait pour les neutrons N et protons P^+ les schémas

$$N = l[e^- + e^+]\uparrow\downarrow + [e_2^- + e_2^+]\uparrow\uparrow; \qquad P^+ = (l-1)[e^- + e^+]\uparrow\downarrow + e^+\uparrow,$$

où les e_2 sont des microélectrons du second ordre dont le spin est $\pm(1/4)$ (*Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 454). Ces schémas expliquent facilement les radioactivités β^- et β^+ quand on admet que la conservation de l'énergie est assurée par les paires de microélectrons.

pour une valeur τ_0 du *temps cosmique* τ telle que $(dP/d\tau)_{\tau_0} = 0$. La valeur expérimentale $m_p/(m_0)_e = 1847$ correspond à $P_0 \cong 5 \times 10^8$ parsecs, c'est-à-dire à l'ordre de grandeur généralement admis. Le fait que le proton est positivement électrisé s'explique par l'intervention de la constante cosmologique *électrique* λ_ω, caractéristique de notre théorie, où la métrique externe de l'espace-temps est aussi importante que sa métrique interne.

Comme le champ nucléaire peut être expliqué par la même théorie cosmologique, on doit pouvoir en déduire aussi les principales propriétés des particules (les *mésons*) qui correspondent à ce champ. Or, le fait bien établi que les valeurs expérimentales de la masse propre m_s des mésons ne varient que dans les étroites limites $m_p/8 > m_s > m_p/10$, est une indication suffisante pour pouvoir admettre que l'existence des mésons est liée à un processus important susceptible de se répéter fréquemment dans les mêmes conditions dans l'Univers actuel. Nous admettrons que *les mésons sont les particules qui résultent, par fusion d'électrons, quand les équilibres de potentiels, invoqués ci-dessus au sujet de* $m_p/(m_0)_e$, *ont lieu dans l'Univers actuel.* Le raisonnement qui aboutit à la formule de $m_p/(m_0)_e$ s'applique entièrement ici et donne la formule $m_s/(m_0)_e = 4e^4/\pi K (m_0)_e^3 c^2 P$ où, à la place de P_0, figure maintenant la valeur *actuelle* P du rayon de l'Univers de De Sitter-Lanczos le plus proche de l'Univers réel. D'après les valeurs expérimentales de m_s, on aurait donc actuellement $10 P_0 > P > 8 P_0$, ce qui n'est pas en désaccord avec les valeurs admises. On voit d'ailleurs que m_s doit diminuer avec le temps cosmique conformément à la formule $m_s = m_p [\cosh(c\tau/P_0)]^{-1}$, puisqu'on a, d'une part, $P = P_0 \cosh(c\tau/P_0)$, et d'autre part, $m_s = m_p$ pour $\tau = \tau_0$, d'après les formules pour $m_p/(m_0)_e$ et $m_s/(m_0)_e$. Comme ce sont les mésons qui assurent, par leur champ nucléaire (énergie de liaison), la stabilité des noyaux, ce dernier résultat explique la rapidité de la formation des éléments chimiques au début de la phase expansive de l'Univers, rapidité requise par les études sur l'âge de la Terre et du système solaire. En effet, dans le voisinage de $\tau = \tau_0$, la masse des mésons se confondait pratiquement avec la masse des nucléons (mésons et nucléons n'étaient alors que deux aspects de la même réalité), et il a dû en résulter une tendance à la réunion des nucléons et une stabilité des noyaux beaucoup plus grandes qu'actuellement.

Le même résultat sur la variation de m_s montre que la stabilité des noyaux doit diminuer constamment à mesure que le *temps cosmique* s'écoule, de sorte que dans un avenir très lointain les noyaux se désagrégeront, faute d'une énergie de liaison suffisante, et l'on reviendra à la nébuleuse généralisée de protons et de neutrons qui a dû exister déjà à une certaine époque de la phase de contraction de l'Univers. Cette nébuleuse tendra elle-même vers une nébuleuse électronique (et microélectronique), et pour $\tau \to +\infty$ tout corpuscule et tout contenu matériel et électromagnétique de l'Univers tendra vers zéro, comme cela eut lieu aussi pour $\tau \to -\infty$. C'est du moins ce que l'on peut déduire

de la solution de deuxième approximation des équations fondamentales de notre théorie [4]. Terminons en suggérant qu'il n'est peut-être pas impossible de déceler, dans le rayonnement des nébuleuses spirales extrêmement lointaines, un effet de la variation cosmique de l'énergie de liaison des noyaux.

MAGNÉTISME. — *Mesures des susceptibilités principales du ferricyanure de potassium à des températures supérieures à la température ordinaire.* Note [1] de M. **Henri Masson**, présentée par M. Aimé Cotton.

On connaît un certain nombre de substances dont la constante de Curie varie brusquement de façon réversible à une température déterminée [2]. Ce changement a été observé jusqu'ici sur des poudres. Il était intéressant de rechercher comment il se produit dans chacune des directions principales d'un cristal orienté.

Le ferricyanure présente ce phénomène au voisinage de la température ordinaire. Jackson, en 1933, a étudié les susceptibilités principales de ce corps entre 14° et 290°K. Au-dessus de 80°K. l'inverse de ces susceptibilités varie linéairement en fonction de la température. Pour l'axe c, le point correspondant à la température ordinaire se place nettement au-dessus de la droite. Une deuxième série de mesures a été faite par Jackson en 1938, dans laquelle cette anomalie n'a pas été retrouvée. J'ai prolongé les expériences de Jackson depuis la température ordinaire jusqu'à 410°K. environ.

Le ferricyanure cristallise dans le système monoclinique. Les cristaux sont presque orthorhombiques. Les directions principales sont très approximativement la normale au plan (100), l'axe b, l'axe c. En orientant successivement le champ dans chacune de ces directions, on peut mesurer les susceptibilités principales χ_1, χ_2, χ_3.

J'ai choisi pour les mesures, des cristaux aux faces bien réfléchissantes pour pouvoir les orienter par autocollimation. Les mesures ont été effectuées avec l'appareil à translation et le four à cloche de MM. Foëx et Forrer. Un support en argent fixait le cristal à l'appareil.

On peut admettre pour les températures une précision d'environ 1/2 degré. Pour les valeurs de $1/\chi$, l'erreur maximum est inférieure à 4/1000. La précision sur la constante de Curie ne semble pas dépasser 2 à 3 %.

Les ensembles de courbes I, II, et III du graphique ci-après correspondent respectivement aux cas où le champ est perpendiculaire au plan (100), parallèle à l'axe b ou à l'axe c du cristal. Les droites en pointillé sont relatives aux mesures de Jackson, celles en trait plein représentent mes résultats.

---

[4] *Loc. cit.*, pp. 42 et suiv.

[1] Séance du 21 avril 1947.

[2] G. Foëx, *Journal de Physique et le Radium*, 2, 1931, p. 353.

Ces mesures donnent pour les différentes constantes de Curie :

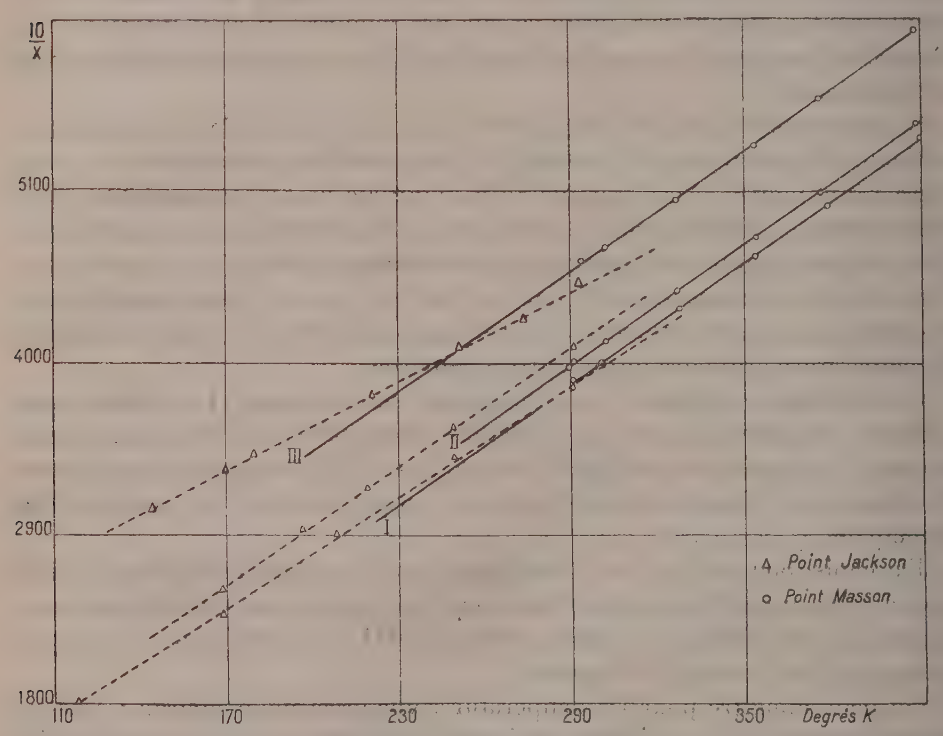
	C_1.	C_2.	C_3.	Poudre.
Jackson	0,83	0,77	1,05	
Masson	0,77	0,77	0,77	0,774

On peut conclure :

Au-dessus de la température ordinaire, les trois coefficients d'aimantation principaux varient suivant la loi $\chi(T-\theta)=C$ avec la même valeur de C et des valeurs de θ données ci-dessous

$$\theta_1=-8^\circ K,\qquad \theta_2=-17^\circ K,\qquad \theta_3=-63^\circ K.$$

Le changement de direction à la température ordinaire est très marqué



quand le champ est dirigé suivant l'axe *c* (courbes III). Sur les courbes I, il est visible. Quand le champ est dirigé suivant l'axe *b* (courbes II), le coude semble s'être produit à 70°K.

MAGNÉTISME. — *Le Grand Aimant permanent de Bellevue.* Note [1] de MM. **Salomon Rosenblum** et **Belling Tsaï**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans une Note antérieure [2] l'un de nous a indiqué qu'il serait possible de construire un aimant permanent pour focaliser les rayons α. L'intérêt d'un tel

(1) Séance du 28 avril 1947.

(2) S. Rosenblum, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 176.

instrument était double. D'un côté, la grande constance du champ dans le temps devait permettre de séparer des groupes de vitesses très voisines ; d'autre part cet instrument donnait la possibilité de poses de très longues durées.

Pour nous convaincre qu'un tel instrument était réalisable, nous avons construit en 1937 une maquette au dixième de l'appareil projeté qui a confirmé nos prévisions. Le C.N.R.S. sous la direction de J. Perrin a accordé les crédits nécessaires sur une demande de M. A. Cotton et l'un de nous. Comme l'avait fait M. Cotton pour le Grand Électro-Aimant de l'Académie des Sciences, on a également construit une maquette de dimensions réduites dans un rapport voisin de 1/4.

Avec ces maquettes nous avions pu vérifier notamment la concordance des résultats basés sur le rapport de similitude. Nous avons constaté que la saturation était dans notre cas pratiquement atteinte avec 2000 AT/cm d'acier : le passage de 2000 à 6000 AT/cm ne procurant qu'un gain de 2 % sur la valeur du champ. La comparaison effectuée avec de nombreux aciers de provenances diverses a fixé notre choix sur l'Honial 2 d'Holtzer qui a les caractéristiques suivantes : $Br = 7400$, $Hc = 450$.

L'appareil est constitué principalement par deux noyaux polaires situés dans le prolongement l'un de l'autre. Pour permettre de le faire tourner autour d'un axe horizontal, les noyaux sont supportés par deux grands anneaux plats en acier doux de 4^m de diamètre disposés verticalement et qui forment la culasse ; l'entrefer est réglable de 0 à 30^{cm} par le coulissage de l'un des noyaux polaires sur son support. Les noyaux polaires sont constitués par des cylindres en acier amagnétique de 120^{cm} de diamètre et de 76^{cm} de longueur renfermant chacun 5750^{kg} de barreaux en acier au Ni-Al de $2,1 \times 6,2 \times 38^{cm}$ empilés en deux couches et calés par du bois et du plâtre. Les pièces polaires en fer doux de 37^{cm} de hauteur ont une base circulaire de 120^{cm} de diamètre raccordée à une partie prismatique de 44×78^{cm} de surface qui détermine l'entrefer utilisé. L'enroulement d'excitation, à refroidissement par courant d'eau, comporte 145 tours, il est alimenté par un courant de 2100 A sous 300 V. L'appareil du poids de 70^t est installé dans une fosse de 1^m de profondeur pour mettre l'entrefer à une hauteur facilement accessible. La construction de l'aimant est due aux Établissements Alsthom et Holtzer.

L'aimant permanent dont la construction a été retardée par les événements est installé depuis 1946 à Bellevue. Une mesure de champs effectuée dans un entrefer de 18^{mm} a donné 13000 gauss (abstraction faite des parties voisines des bords jusqu'à 2^{cm} de ceux-ci) ; cette valeur ne varie que de quelques millièmes et nous pourrons la rendre plus uniforme encore par un profilage convenable des surfaces. Ce résultat est bien en accord avec les prévisions : la courbe que nous reproduisons sur la figure 1, qui se rapporte à la maquette approximativement au 1/4, permet de déduire ce que l'on peut obtenir de l'aimant permanent.

Depuis 1947, le laboratoire du Grand Aimant permanent, faisant partie du Groupe des laboratoires du C. N. R. S. à Bellevue ([3]), est en fonctionnement.

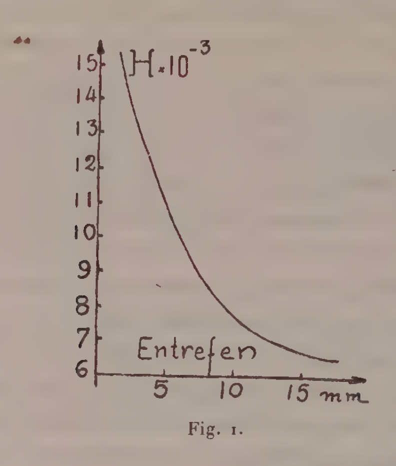


Fig. 1.

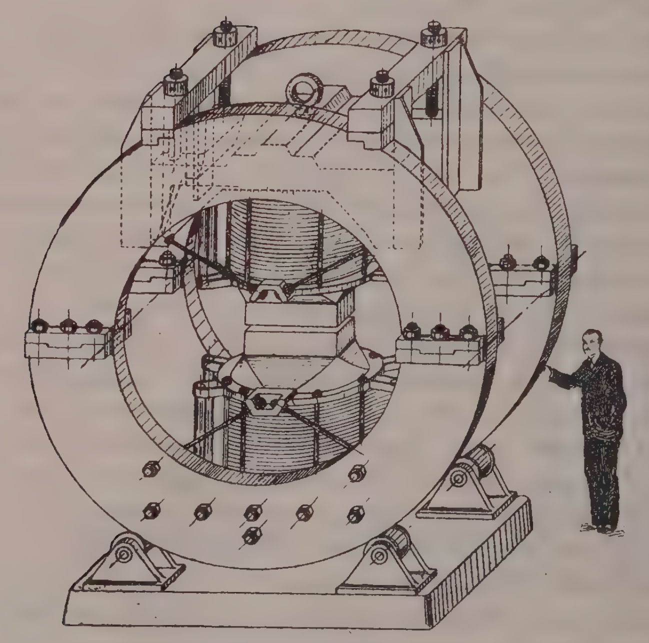


Fig. 2. — Grand Aimant permanent de Bellevue.

Des résultats intéressants ont déjà été obtenus dans le domaine de la spectroscopie des rayons α.

([3]) Rosenblum et Tsaï, *Journ. Rech. C. N. R. S.*, n° hors sér. 1946 p. 16.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *De l'influence des perturbations magnétiques sur la vitesse des ondes courtes radioélectriques.* Note de M. **Nicolas Stoyko**, présentée par M. Ernest Esclangon.

L'étude de la propagation des ondes courtes radioélectriques permet de déterminer l'influence des perturbations magnétiques sur leur vitesse apparente.

Pour cette étude nous avons divisé les résultats de réception de ces ondes en deux classes :

1° Ceux qui se rapportent aux ondes qui suivent l'arc de grand cercle le plus court (ondes directes) réunissant la station d'émission à l'Observatoire;

2° Ceux qui se rapportent aux ondes venant par l'arc de grand cercle le plus long (ondes de superpropagation).

Nous avons emprunté les données sur la situation magnétique aux *Annales de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris*, d'après les observations faites au Val-Joyeux, et avons utilisé les résultats de réception des ondes courtes de 17^m à 35^m à Buenos-Ayres, Paris, Tokyo et Washington.

Les états de la situation magnétique ont été divisés en trois catégories :

a. Calme ou presque calme;

b. Peu agitée ou agitée;

c. Très agitée ou perturbation.

Pour la propagation directe, nous avons utilisé 4739 résultats couvrant la période 1931-1939, et, pour la superpropagation, 1403 résultats couvrant la période 1936-1939.

Nous avons trouvé les valeurs suivantes pour la vitesse apparente de propagation des ondes courtes :

	(*a*).	(*b*).	(*c*).
V_d........	275,660	272,577	272,090 km/sec.
V_s........	284,502	288,046	288,283 km/sec.,

où V_d est la vitesse de propagation directe et V_s celle de superpropagation.

On en conclut ainsi que la vitesse directe apparente diminue avec l'augmentation de l'agitation magnétique; la vitesse de superpropagation augmente, au contraire, avec l'agitation magnétique.

On remarque, de plus, que la vitesse apparente de superpropagation est toujours plus forte que la vitesse directe, comme nous l'avions déjà constaté antérieurement (1).

Comme la vitesse apparente directe (V_d) correspond au chemin le plus court de l'arc de grand cercle qui réunit la Station d'émission à l'Observatoire, chaque perturbation peut seulement augmenter la longueur du chemin parcouru. Autrement dit, la vitesse apparente doit diminuer, ainsi qu'il a été indiqué ci-dessus.

Pour les ondes de superpropagation le phénomène doit être inverse, étant donné qu'on utilise dans le calcul le chemin le plus long.

(1) *Comptes rendus*, **220**, 1941, p. 784.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les cristaux d'amalgame de polonium et d'argent.* Note [1] de Mlle **Catherine Chamié**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Il a été montré [2] que le mercure au contact d'une solution acide de polonium absorbe ce radioélément et que la répartition du polonium dans le mercure n'est pas uniforme. En versant ce mercure sur la gélatine de la plaque photographique, le polonium, en groupements discontinus, donne des images en étoiles dont les rayons représentent les parcours des particules α dans la gélatine. Pour expliquer comment les ions de polonium qui se déposent sur le mercure peuvent produire ces impressions photographiques, les expériences suivantes ont été faites :

1. *Diffusion du polonium à travers le mercure.* — On versait du mercure dans un cylindre creux de 1^{cm} de diamètre recouvert à l'intérieur de papier photographique et fixé sur la gélatine de la plaque photographique. On déposait sur la surface de la colonne de mercure qui avait 1^{cm} de hauteur quelques gouttes de solution HCl normale contenant environ 50 U.E.S. (84.10^{-10}g) de polonium. Après 15 à 20 minutes de contact, on enlevait le liquide et l'on développait la plaque et le papier qui donnaient les impressions discontinues des groupements de polonium. On peut conclure que le polonium déposé sur le mercure forme avec lui un amalgame dont les molécules s'associent en grains qui diffusent rapidement à travers la masse du mercure. On sait que l'amalgame de bismuth se sépare aussi du mercure à l'état de poudre.

2. *Fixation du polonium sur la gélatine.* — En mesurant après développement l'activité de la plaque photographique impressionnée, on constate qu'elle a retenu les grains de polonium qui se sont fixés sur la gélatine sous l'action de la pression exercée par le mercure et qui ne se sont pas détachés pendant le développement et le lavage de la plaque. En recouvrant la gélatine active par la gélatine d'une deuxième plaque, on obtient une deuxième photographie analogue à la première, et l'on peut en obtenir ainsi un grand nombre d'images semblables. Le mercure abandonne sur la gélatine environ un pour cent de la quantité totale de polonium qu'il a absorbé, et de ce fait il se désactive peu à peu pendant son contact avec la gélatine des plaques photographiques.

3. *Activation du mercure par le polonium déposé sur l'argent.* — On obtient les mêmes impressions photographiques des groupements de polonium en dissolvant dans le mercure sur le bain-marie une lamelle d'argent avec dépôt de polonium (30^{mg} d'argent dans 18^{g}. de mercure environ). Après refroidis-

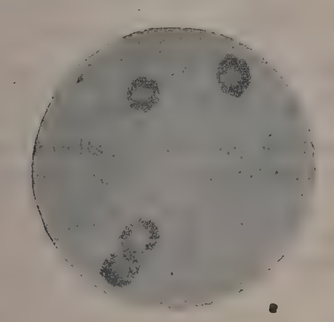
---

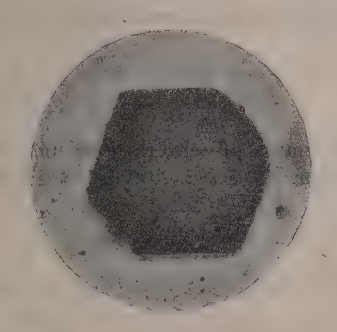
[1] Séance du 21 avril 1947.

[2] Mlle C. Chamié, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1243; *Journ. de Phys. et Rad.*, 10, 1929, p. 44; Mlle C. Chamié et M. Haissinsky, *Journ. de Chim. phys.* (paraîtra prochainement).

sement on verse le mercure sur la gélatine de la plaque photographique en le filtrant à travers un entonnoir étiré. Comme l'argent est complètement soluble dans le mercure, on peut supposer que le polonium forme le même amalgame que dans le cas précédent et qu'il se comporte de la même manière.

4. *Cristaux d'amalgame de polonium et d'argent.* — En déposant sur l'argent des quantités environ dix fois plus fortes de polonium, nous avons trouvé avec le même mode opératoire que le mercure ne donnait plus, ou presque plus, d'images photographiques de groupements de polonium, mais qu'il abandonnait sur la gélatine des cristaux visibles à l'œil nu. Déposés sur une autre surface, ces cristaux seraient entraînés par le mercure pendant son déversement; on ne peut donc les déceler que sur une surface semblable à la gélatine à laquelle ils resteraient attachés. Au microscope ces cristaux présentent la forme parfaite du cube dont l'axe d'ordre trois est parallèle à la plaque (*fig.* 1).





Ces cristaux sont opaques et ont un reflet métallique. Dans chaque expérience tous les cristaux ont les mêmes dimensions (longueur de l'arête environ 15 microns). En changeant les conditions de chauffage et de refroidissement nous avons obtenu de gros cristaux dont les arêtes étaient dix fois plus grandes. La théorie de la formation du corps solide ([3]) peut s'appliquer à la formation des cristaux dans le mercure. Ces cristaux sont faiblement actifs et n'impressionnent pas la plaque photographique par le rayonnement des faces; le polonium doit donc se trouver à l'intérieur du cristal. Les dodécaèdres connus de l'amalgame d'argent répondant aux formules Ag_2Hg_2 ou Ag_2Hg_3 ne peuvent se former dans les conditions de nos expériences.

Conclusion. — 1° Le polonium forme avec le mercure un amalgame qui peut se séparer du mercure en grains probablement cristallins; 2° pour de fortes quantités de polonium, ces grains radioactifs peuvent servir de centres de cristallisation pour l'amalgame d'argent, à moins que les cristaux obtenus ne représentent un amalgame complexe de polonium et d'argent; sans argent ces cristaux n'ont jamais été obtenus.

([3]) Mlle C. Chamié, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 854, et *Journal de Physique* (sous presse).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Précautions à prendre dans l'interprétation d'un diagramme conductimétrique de réaction.* Note [1] de M. **Jean Byé**, présentée par M. Paul Pascal.

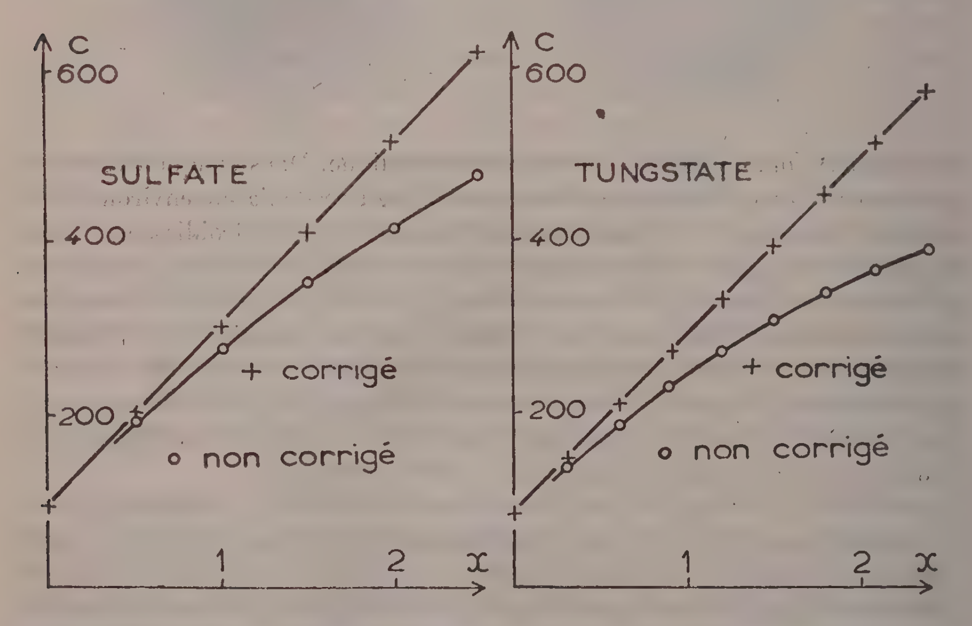
Pour mettre en évidence les réactions d'une solution A sur une solution B, on a souvent recours aux mesures de conductibilité. On postule d'une part *le caractère pratiquement total des réactions,* d'autre part *l'indépendance des mobilités des ions* (loi de Kohlrausch). Dans ces conditions, si la solution A est infiniment concentrée, on doit obtenir un diagramme constitué par des segments de droite. Si x représente le nombre d'équivalents de A ajoutés à un équivalent de B, une réaction déterminée se traduira par un segment de droite

$$C = a + bx.$$

En réalité, le rapport k de la concentration de B à celle de A n'est pas nul, et la portion de diagramme en question doit être un segment d'hyperbole

$$C = \frac{a + bx}{1 + kx}.$$

Le diagramme présentera donc une certaine courbure que nous appellerons *courbure de dilution.* Il est facile de la supprimer en multipliant les conductances par le



facteur $(1 + kx)$. Cette correction laissera cependant subsister deux autres types de courbure, l'un dû aux interactions ioniques (*courbure électrostatique*), l'autre à la non-totalité des réactions.

---

(1) Séance du 28 avril 1947.

Une courbe peut différer très peu d'une ligne polygonale et laisser supposer l'existence de brisures et par suite de réactions inexistantes. C'est ainsi que MM. L. J. Olmer et F. Fouasson [2] ont cru mettre en évidence la formation de sels basiques de sodium en solution. J'ai repris leurs mesures au sujet de l'action de la soude, 0,5 N (titre exact, 0,513), sur le sulfate de sodium 0,06 N, et sur le tungstate, 0,1 N. Le facteur *k* est assez élevé (0,117 pour le sulfate et 0,195 pour le tungstate), d'où une *courbure de dilution* importante que ces auteurs n'ont pas corrigée. Le graphique ci-joint reproduit mes résultats, soit bruts (cercles), soit corrigés de la *courbure de dilution* (croix). La température est de 25°C. Les ordonnées C sont égales au produit de la conductance de la cellule par un facteur tel que, pour $x = 0$, C soit égal à la conductibilité équivalente du sel. On voit que les résultats corrigés s'alignent, à la précision du graphique, sur une droite. On ne peut donc pas conclure à la formation de sels basiques.

Sans correction, on obtient une courbe. J'ai essayé d'ajuster sur cette courbe un diagramme polygonal présentant une brisure au troisième point expérimental ($x = 1,006$), et au cinquième ($x = 2,012$).

N° du point	1.	2.	3.	4.	5.	6.
C mesuré	96	192	275	350	416	476
C ajusté	97,7	188,7	279,7	348,7	417,7	476
Écart %	1,7	1,7	1,7	0,4	0,4	0

On voit que les écarts, bien que supérieurs aux erreurs de mesure en ce qui concerne la première branche, restent du même ordre de grandeur, d'où la possibilité de confondre une telle courbe avec une ligne brisée.

La *courbure de dilution* corrigée, il reste une légère courbure, non visible sur le graphique. Pour en donner une idée, j'ai comparé les ordonnées du graphique à celles de la droite joignant les points extrêmes. J'ai comparé les écarts à la linéarité à ceux que l'on observerait en remplaçant la solution de sulfate par un volume égal (170^{cm^3}) de soude de même titre, ou en remplaçant la soude par une solution équivalente de sulfate. Ces derniers éléments ont été calculés à partir des données des *International Critical Tables*.

	Sulfate + soude.			Soude + soude.	Sulfate + sulfate.
Volume ajouté.	Courbe.	Droite.	Écart.	Écart.	Écart.
10^{cm^3}	202	200	+2	+2	+3
20	307	304	+3	+4	+4
30	410	408	+2	+3	+4
40	514	512	+2	+2	+2

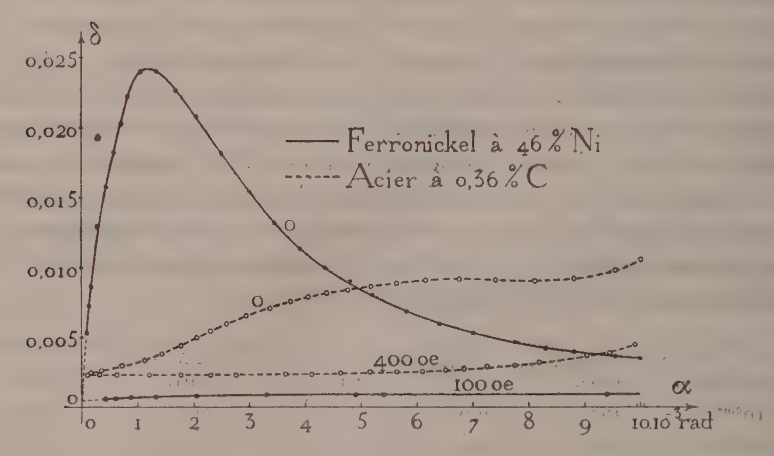
On voit que les écarts à la linéarité sont de même sens et du même ordre de grandeur dans les trois cas. Ils sont donc probablement attribuables à la même

(2) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1399.

cause (*courbure électrostatique*). Dans le cas du tungstate, on observe les écarts suivants, toujours positifs : 1, 3, 3, 4, 3, 2, 1. Aux concentrations étudiées, il n'y a donc pas lieu d'envisager la formation de sels basiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Frottement intérieur des métaux et des alliages ferromagnétiques*. Note [1] de M. **Christian Boulanger**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Au moyen du micropendule de Coulomb en usage au laboratoire d'Imphy pour mesurer le frottement intérieur des alliages, j'ai entrepris d'étudier, avec le plus de précision possible, l'influence de l'amplitude à température ordinaire. Le domaine exploré s'étend jusqu'à 20.10^{-3} radian. Une telle torsion, appliquée à une microéprouvette mesurant 10^{mm} de longueur utile et $1^{mm},5$ de diamètre, impose aux fibres périphériques une contrainte au cisaillement $\mathcal{T}$ voisine de $13\,kg/mm^2$. Préalablement à ces expériences, l'appareil a reçu quelques perfectionnements de détail qui ont pratiquement élagué les deux principales causes d'erreur affectant les oscillateurs élastiques : dissipation d'énergie par ébranlement du support; écarts accidentels causés par les démontages et remontages successifs d'une éprouvette. Les courbes d'amortissement enregistrées sur papier sensible sont nettes au point de permettre d'évaluer le *décrément vrai* δ pour toute valeur, même très faible, de l'amplitude α.



Comme on le sait depuis longtemps, la courbe (δ, α) d'un métal ou alliage para ou diamagnétique est d'allure simple. Elle comporte un tronçon initial quasi rectiligne et peu incliné sur l'axe des abscisses, puis se relève rapidement une fois atteint le seuil de la torsion permanente. Si l'on fait alors décroître l'ampli-

[1] Séance du 21 avril 1947.

tude, la courbe de retour se dispose au-dessus de la première, effet banal de l'écrouissage qui peut d'ailleurs être obtenu par des interventions mécaniques autres que la torsion.

Toute différente est la courbe (δ, α) d'un métal ou d'un alliage ferromagnétique. Avec un métal magnétiquement doux à l'état recuit : fer Armco, nickel, ferronickel réversible etc., le décrément δ croît d'abord très vite avec α (voir sur la figure les courbes repérées o), atteint un maximum, puis décroît jusqu'à un minimum coïncidant avec le seuil de la déformation permanente. Au delà de cette limite de réversibilité, la courbe (δ, α) se relève selon l'effet banal de l'écrouissage. Un retour en arrière fait apparaître un maximum de δ d'autant moins élevé et pour une contrainte $\mathfrak{T}$ d'autant plus grande que la torsion permanente a été plus intense.

Le moyen le plus simple de prouver que la singularité du maximum est bien liée au caractère ferromagnétique de l'alliage est de placer l'éprouvette dans un champ magnétique axial. Au fur et à mesure que le champ augmente, on voit la courbe (δ, α) s'abaisser dans son ensemble et le maximum s'aplatir au point de disparaître une fois l'alliage saturé (comparer dans la figure les courbes repérées 100 et 400 œrsteds, aux courbes repérées o, champ nul). Déjà Becker et Kornetski étudiant le fer ([2]) et Snœck le nickel ([3]), avaient observé un amortissement beaucoup plus faible à l'état aimanté. Mais, opérant sur des fils, c'est-à-dire sous faibles contraintes, ils n'avaient pas discerné l'évolution exacte de la singularité en fonction du champ.

Pour une contrainte $\mathfrak{T} = 1{,}5\ kg/mm^2$ correspondant au maximum de δ, un champ de 100 œrsteds, qui suffit à saturer le ferronickel à 46 % Ni, en abaisse le frottement intérieur dans le rapport de 35 à 1. Ce rapport atteint 100 pour le nickel pur. De tels chiffres soulignent l'importance du phénomène. L'effet est qualitativement le même dans les aciers au carbone à l'état recuit, mais il est bien moins intense : quand la teneur en carbone croît, le maximum s'abaisse et se déplace du côté des contraintes élevées.

Ces résultats aident à comprendre la discordance des résultats obtenus par différents auteurs, opérant en général sur des alliages sidérurgiques. Enfin, la singularité de la courbe amortissement-amplitude me paraît un phénomène réciproque de la magnétostriction, et mes recherches actuelles concernent les relations entre ces deux propriétés des métaux et alliages ferromagnétiques.

Remarques de M. CHEVENARD *au sujet de la Note précédente.*

Les résultats de M. Ch. Boulanger attirent l'attention sur l'importance d'une technique expérimentale très précise dans les recherches sur le frottement intérieur des matériaux. Puisque l'étude des courbes (δ, α), avec toutes leurs

---

([2]) *Z. Physick*, **88**, 1934, p. 634.
([3]) *Physica*, **8**, 1941, p. 745.

singularités, se révèle fructueuse, il ne suffit plus de mesurer le décrément moyen entre deux oscillations séparées par un grand nombre de périodes, mais il faut évaluer le décrément vrai pour toute valeur de l'amplitude. Cette condition implique un haut pouvoir de résolution pour les diagrammes d'amortissement enregistrés par l'oscillateur.

D'autre part, l'énorme influence d'un champ magnétique sur le frottement intérieur de certains alliages conseille la prudence dans l'interprétation des résultats fournis par les appareils de mesure qui comportent un dispositif d'entretien électromagnétique.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Étude de la structure et des propriétés chimiques du dinaphtylène par la méthode des diagrammes moléculaires de mésomérie.* Note [1] de M. CAMILLE SÁNDORFY.

Le but de cette étude est d'établir la réactivité chimique du dinaphtylène d'une façon purement théorique.

Ce composé aromatique, découvert tout récemment [2], est formé de deux noyaux de naphtalène reliés entre eux par deux simples liaisons de la manière suivante (*fig.* 1) :

Fig. 1.

Fig. 2.

Suivant la méthode des diagrammes moléculaires de mésomérie exposée dans plusieurs articles de R. Daudel et ses collaborateurs [voir [3], [4], [5], [6], [7], [8]], il nous a fallu construire les formules mésomères. Puis, en admet-

---

(1) Séance du 9 avril 1947.

(2) H. MOUREU, P. CHOVIN et G. RIVOAL, *Comptes rendus*, 223, 1946, pp. 951-952.

(3) R. DAUDEL et A. PULLMAN, *Journal de Physique*, 7, 1946, pp. 59-64.

(4) R. DAUDEL et A. PULLMAN, *Journal de Physique*, 7, 1946, pp. 74-83.

(5) R. DAUDEL et A. PULLMAN, *Journal de Physique*, 7, 1946, pp. 105-111.

(6) P. DAUDEL, *Comptes rendus*, 223, 1946, pp. 947-948.

(7) P. DAUDEL, R. DAUDEL, R. JACQUES et M. JEAN, *Revue Scientifique*, 84, 1946, pp. 489-492.

(8) *J. Am. Chemical Society* (sous presse).

tant que seules les formules mono- et diexcitées jouent un rôle important et en déduisant des courbes de R. Daudel et A. Pullman ([5]) que les poids des form ules mono- et diexcitées sont respectivement de 50, 50 %, on a obtenu le diagramme moléculaire des indices suivants (*fig.* 2) :

Ici les nombres écrits aux zones de liaison entre deux atomes l et m sont des indices de liaison $I_{lm} = \sum_i s_i$, où s_i est le poids de chaque formule représentant la molécule et possédant une double liaison entre l'atome l et l'atome m, tandis que les nombres écrits aux zones des sommets sont des indices de valence libre $J_l = \Sigma s_j$, s_j étant le poids de chaque formule possédant une grande liaison aboutissant à l'atome l ([6]) et ([7]).

On voit que les sommets de plus hauts indices sont les sommets 8, 10, 2, 6, 3′, 10′. C'est donc à ces points qu'il faut s'attendre à des réactions de substitution ou d'addition d'atomes.

Les liaisons possédant les plus hauts indices sont les liaisons 5′-6′, 7′-8′. Les indices des liaisons 1-2, 6-7, puis 1-10, 7-8 sont légèrement moins élevés. C'est donc à ces endroits que les réactions d'addition des molécules se produiront de préférence. Des additions de molécules peuvent également se produire en deux des sommets mentionnés, comme par exemple en 3′ et 10′; 2 et 3′; 6 et 10′; 8 et 10.

Le schéma suivant représente les caractères de double liaison ([7]) (*fig.* 4)

$$Y = I_{lm} + \frac{1}{2}\left(\frac{J_l + J_m}{2}\right),$$

où les plus grandes valeurs de Y appartiennent aux liaisons qui possèdent les plus grandes valeurs dans le diagramme des indices.

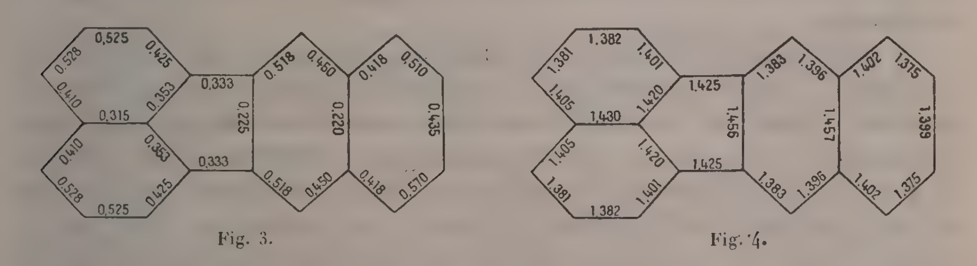


Fig. 3.

Fig. 4.

Sur le schéma suivant (*fig.* 4), on trouve en angströms, les distances interatomiques δ entre deux atomes de carbone adjacents, obtenues par une courbe déterminée par Pauling ([9]) représentant la fonction

$$\delta = f(Y).$$

([9]) *The Nature of the Chemical Bond* (Ithaca, New-York, 1944).

Le dernier schéma montre les chaleurs de formation des différentes liaisons par électrons π en cal/mol (*fig.* 5).

Ces chaleurs de formation sont obtenues à l'aide de la courbe P. et R. Daudel [8] représentant la variation de la chaleur de formation en fonction de Y.

Fig. 5.

A partir des chaleurs de formation des liaisons par électron π on peut déterminer l'énergie de résonance de la molécule de dinaphtylène qui est égale à 165 cal/mol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la méthylformamide sur quelques cétones.* Note [1] de M. **Pierre Mastagli** et Mme **Georgette de Bièvre-Gallin**, présentée par M. Paul Pascal.

La réaction de Leuckart et Wallach

$$R—CO—R' + 2HCO_2NH_4 \rightarrow RCH(NHCHO)R' + 2H_2O + NH_3 + CO_2$$

bien connue en chimie organique, a donné lieu à de nombreuses recherches; mais si les auteurs se sont attachés à isoler les amines formées, ils semblent n'avoir jamais cherché à doser le gaz carbonique qui se dégage. C'est ce que nous avons voulu faire pour distinguer les différentes espèces de cétones et pour déterminer le seuil minimum de la température et la durée nécessaire de chauffage.

Au lieu d'employer le formiate d'ammonium nous avons jugé préférable de nous servir d'un dérivé plus actif : la méthylformamide. En effet la méthylformamide réagit sur les cétones à une température plus basse que le formiate d'ammonium; les auteurs indiquent comme seuil minimum la température de 160° C; or, avec la méthylformamide la réaction se déclenche vers 120° dans le cas des cétones lourdes comme le prouve le gaz carbonique formé qui se dégage. Dans le cas des cétones légères, la réaction se fait partiellement vers 80°.

Avec la méthylformamide, la réaction peut s'écrire suivant l'équation schématique ci-dessus

$$R—CO—R' + 2HCONHCH_3 \rightarrow R(CH_3NHCHO)R' + NH_2CH_3 + CO_2$$

Il y a donc dégagement d'une molécule de gaz carbonique pour une molécule de cétone mise en œuvre; c'est ce dernier que nous avons dosé. Pour cela

(1) Séance du 28 avril 1947.

nous avons chauffé la cétone considérée pendant deux à trois heures avec quatre fois la quantité nécessaire de méthylformamide; un grain de ponce poreuse facilite l'ébullition. La température était d'environ 145° dans nos premiers essais, mais on peut l'abaisser jusqu'à 120° sans difficulté, même pour les cétones lourdes.

Notre appareillage consiste en quatre petits flacons laveurs de Durand. Le premier contient la cétone étudiée mélangée avec la méthylformamide. Les gaz qui se dégagent de ce flacon sont envoyés dans un laveur à acide sulfurique concentré qui absorbe la méthylamine, puis ils passent dans deux tubes à potasse à 50 % où est absorbé le gaz carbonique.

Pour l'entraîner totalement, on envoie un courant lent d'hydrogène pendant toute l'opération et l'on termine en purgeant une dizaine de minutes. Par simple pesée des tubes à potasse on a la quantité de gaz carbonique absorbé d'où il est facile de calculer le rendement. La prise d'essai pour chaque cétone était d'environ 1^g. Le rendement est optimum pour une quantité de méthylformamide égale à quatre fois la quantité théorique nécessaire; une durée de réaction de deux à trois heures suffit, le rendement ne variant plus par la suite.

Les cétones aliphatiques que nous avons étudiées ont des points d'ébullition supérieurs à 80°; pour toutes le rendement est inférieur à 50 %. C'est ainsi que l'on a obtenu :

Méthyléthylcétone, 25 %; méthylpropylcétone, 29 %; méthyl-4 pentanone-2, 33 %; méthylbutylcétone, 40 %; méthylpentylcétone, 46 %. On voit donc que le rendement augmente à mesure que la concentration en carbone s'accroît. La formation de produits secondaires mal définis ([2]) expliquerait le fait que la réaction est loin d'être totale.

Nous avons ensuite étudié l'action de la méthylformamide sur quelques cétones cycliques. Voici les résultats obtenus :

Cyclopentanone, 60 %; acétophénone, 66 %; méthylbenzylcétone, 68 %; *p*-anisylacétone ([3]), 75 %; naphtylméthylcétone, 77 % (α et β mélangées); cyclohexanone, 82 %; méta-méthylcyclohexanone, 82 %; para-méthylcyclohexanone, 84 %.

On remarque que tous les composés cycliques étudiés donnent des rendements supérieurs à 50 %. De plus, on constate que les cétones à noyau non saturé ont un rendement compris entre 60 et 80 %, alors que les cétones cyclaniques ont un rendement supérieur à 80 %.

Dans tous les cas, nous avons opéré dans les mêmes conditions de temps et à une température ne dépassant jamais 130°.

([2]) INGERSOLL, BROWN, KIM, BEAUCHAMP, JENNINGS, *J. Amer. chem. Soc.*, 58, 1936, p. 1808; DŒUVRE et J.-L. COURTOIS, *Bull. Soc. Chim.*, **11**, 1944, p. 545.

([3]) Dœuvre et P. Chervet (*Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 660), accusent un rendement de 52 % en utilisant la formamide.

Il semble que cette méthode soit intéressante puisqu'elle permet :

1° de suivre pas à pas la réaction de Leuckart et d'en déterminer la température optima;

2° de distinguer, d'après les rendements obtenus, les cétones aliphatiques des cétones cycliques.

Nous avons l'intention d'étendre ces recherches à d'autres cétones pour améliorer la méthode ainsi que les rendements qu'elle peut laisser espérer.

Nous comptons appliquer cette méthode à l'étude des aldéhydes.

GÉOLOGIE. — *Présence de Muschelkalk fossilifère en bordure des Cévennes près de Lasalle (Gard).* Note (¹) de MM. **Maurice Dreyfuss, Maurice Mainguy** et **Victor Mauguy.**

Sur tout le pourtour du bassin du Languedoc, le Trias présente le faciès typique germano-provençal à trois termes. Il comprend, à la base, une formation gréseuse et conglomératique généralement attribuée au grès bigarré; puis vient un complexe de calcaires dolomitiques, brèches dolomitiques, marnes noires, grès (Muschelkalk); enfin, se présentent des marnes à gypse et quartz bipyramidés passant vers le sommet à une alternance de marnes bariolées, de calcaires et de grès, dont la partie supérieure montre fréquement une faune rhétienne; de ce troisième terme on fera tout naturellement du Keuper.

Le Trias est connu en particulier dans les endroits suivants (²) : Corbières nord-orientales, bordure sud de la Montagne Noire (région de Gabian), bordure des Cévennes de Saint-Hippolyte-du-Fort jusqu'aux Vans. Toutefois, ces divers affleurements n'ont fourni jusqu'ici que des fossiles isolés souvent mal conservés : *Cœnothyris vulgaris* dans les Corbières, Myophories à Pallières, Gabian, *Posidonia minuta* à Saint-Jean-du-Gard, *Estheria* sp. dans le Keuper de Gabian, divers fossiles indéterminables. Une faune un peu plus riche a toutefois été observée par Thiery à Molières-sur-Cèze : *Encrinus liliiformis, Myophoria elegans, M. goldfussi, Lingula tenuissima, Coenothyris vulgaris.*

Au cours de travaux effectués pour la Société nationale des Pétroles du Languedoc méditerranéen, nous avons repris en détail et mesuré une série de coupes dans la région de Lasalle, où le Trias, reposant avec un pendage doux et régulier sur le granite, se présente de façon particulièrement favorable. Au cours de ces travaux, l'un de nous (V. M) a repéré l'existence d'un niveau fossilifère très continu, particulièrement riche à Vabres où la coupe s'établit de la façon suivante :

(¹) Séance du 21 avril 1947.

(²) Voir entre autres : Barrabe, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1204; Blayac, *B.S.G.F.*, 4, 29, 1929, p. 499; Barrabe et Schneegans, *Ann., O. N. C. L.*, 1935, nᵒˢ 4-5, p. 595; É. Dumas, *Statistique géologique du département du Gard*, 1876; Bleicher, *Comptes rendus*, 74, 1872, pp. 64 à 68; De Brun et Vedel, *Étude géologique des environs de Saint-Ambroix*, 1ʳᵉ Partie : *Trias et Infralias*, 1909; Thiery, *Légende de la feuille Alès*, 2ᵉ édition.

1. Sur le granite porphyroïde plus ou moins altéré, recouvert par une arène, repose un conglomérat quartzeux peu cimenté qui se confond facilement avec l'arène ($0^m,10$).

2. Puis vient une alternance de sables roux à dragées siliceuses et de psammites rouges et verts rappelant le faciès des *ruffes* saxoniennes du bassin de Lodève (12^m).

3. Marnes schisteuses noires (27^m).

4. Calcaires marneux présentant vers la base deux niveaux de schistes onctueux grisâtres et devenant de plus en plus calcaires vers le sommet. A 5^m au-dessus de la base de cet ensemble, se présente un niveau fossilifère riche en petits débris ligniteux (puissance totale : 26^m).

5. Marnes schisteuses avec petits niveaux ($0^m,10$) de grès siliceux ondulés (38^m).

6. Calcaire marneux, plus calcaire vers le sommet ($8^m,75$).

7. Marnes versicolores avec lentilles gréseuses (68^m).

Dans le niveau 4 nous avons recueilli :

Enantiostreon spondyloïdes Schlotheim, *Avicula bronni* Alberti, *Gervillia costata* Schlotheim, *Gervillia subcostata* Goldfuss, *Gervillia cf. substriata*, Creduer, *Hœrnesia socialis* Schlotheim, *Pleuronectites lævigatus* Schlotheim, *Lima striata* Schlotheim, *Lima costata* Münster, *Pleuromya elongata* Schlotheim, *Myophoria elegans* Dunker.

L'espèce la plus abondante est *Myophoria elegans* qui constitue 63 % de la faune. C'est cependant l'espèce la moins caractéristique, puisqu'elle s'étend sur tout le Trias.

De toutes les autres espèces, deux (*Avicula Bronni* et *Hœrnesia socialis*) sont présentes dans tout le Muschelkalk et la Lettenkohle, quatre (*Enantiostreon spondyloïdes*, *Pleuronectites lævigatus*, *Lima striata*, *L. costata*) sont représentées dans le Muschelkalk inférieur et supérieur, quatre autres (*Gervillia costata*, *G. subcostata*, *G. substriata*, *Pleuromya elongata*) dans le Muschelkalk supérieur et la Lettenkohle. Cette faune permet donc de dater du Muschelkalk supérieur le niveau qui la renferme.

La coupe se complète latéralement à Sainte-Croix-de-Caderle, Saint-Bonnet et Palliès-Monoblet, où des marnes à gypse s'intercalent entre les formations 6 et 7. On peut donc penser que les couches 5 et 6 correspondent à la Lettenkohle. Aucun fait ne permet de préciser les limites inférieures.

Ce niveau ne nous a jusqu'à présent fourni dans les environs que des débris indéterminables, mais sa continuité est un guide précieux pour l'étude du Trias cévenol.

GÉOLOGIE. — *Les variations de faciès du Callovien et de l'Oxfordien entre les Cévennes et la Méditerranée.* Note [1] de MM. **Henri Tintant** et **Maurice Gottis**.

Une récente Note [2] a montré la réduction progressive du Callovien et de l'Oxfordien, de l'Est vers l'Ouest, sur la bordure méridionale des Cévennes.

---

(1) Séance du 21 avril 1947.

(2) *Comptes rendus*, 223, 1946, pp. 814-815.

Nous nous proposons d'étudier ici les variations de ces deux étages vers le Sud, entre la bordure cévenole et la Méditerranée.

Au milieu de terrains généralement crétacés ou tertiaires, le Callovien et l'Oxfordien affleurent au cœur de trois anticlinaux de direction générale Ouest-Est, qui sont, du Nord au Sud :

1° l'anticlinal de Viols-le-Fort, prolongé vers l'Est par l'anticlinal du Pic Saint-Loup. A cette zone peut également se rattacher l'affleurement callovo-oxfordien qui forme le centre du Dôme de Quissac, à une vingtaine de kilomètres au Nord-Est du Pic Saint-Loup.

2° l'anticlinal complexe connu sous le nom de *Pli de Montpellier*;

3° l'anticlinal de la Gardiole.

A Viols-le-Fort, le terme le plus ancien de la série jurassique doit être rapporté au Callovien moyen. En effet la puissante masse dolomitique attribuée jusqu'ici au Bathonien est encadrée par des calcaires siliceux à *Macrocephalites canizzaroi* Gemm et *Reineckeia* (*Reineckeites*) *douvillei* Stein. à la base, et par des calcaires à *R. anceps* Rein. au sommet. Cet ensemble, extrêmement puissant (plus de 350^{m}), représente donc le Callovien moyen et supérieur. L'Oxfordien, au contraire, est très peu développé : il est uniquement représenté par quelques rares lambeaux calcaires à *Collotia angustilobata* Bras., appartenant à la zone à *Peltoceras athleta*. Le reste de l'étage manque et l'Argovien inférieur, lui-même peu développé, repose directement sur la zone à *P. athleta* ou sur la zone à *R. anceps* suivant les points.

La série du Pic Saint-Loup a déjà été étudiée par l'un de nous [3]. Le Callovien, complet, montre ses trois zones fossilifères. Son épaisseur est plus faible qu'à Viols (100^{m}), et sa partie moyenne (zone à *M. canizzaroi*) est formée de marnes noires à Posydonomies qui annoncent le faciès ardéchois du Callovien. L'Oxfordien est représenté par un cordon glauconieux très peu épais et irrégulier renfermant, avec de nombreux fossiles calloviens remaniés, *Peltoceras athleta* Phil. et *Collotia angustilobata* Bras., surmonté par 12^{m} de marnes noires à fossiles pyriteux (*Creniceras renggeri* Opp, *Cardioceras praecordatum* R. Douv.). Sur celles-ci vient directement l'Argovien inférieur, très fossilifère. L'Oxfordien est donc incomplet; la zone à *Cardioceras cordatum* et probablement la *zone à Quenstedticeras lamberti* faisant défaut.

A Quissac enfin, le Callovien prend un faciès beaucoup plus marneux (faciès ardéchois). La série marneuse repose sur des calcaires à chailles dans lesquels F. Roman cite *Procerites* (*Wagnericeras*) *arbustigerus* Opp. Elle pourrait donc débuter, comme à Naves, dès le Bathonien supérieur. *Les zones* à *M. macrocephalus* et à *M. canizzaroi* sont représentées par des marnes noires à Posydonomies et la zone à *R. anceps,* par des calcaires marneux très fossilifères. L'Oxfordien, peu épais, rappelle beaucoup celui du Pic Saint-Loup, mais entre le cordon glauconieux de la zone à *P. athleta* et les marnes à fossiles pyriteux de la zone à *C. mariæ* s'intercalent ici quelques mètres de calcaires marneux à *Quenstedticeras lamberti* Sow. La zone à *C. cordatum*, par contre, manque encore.

Sur le flanc N. du pli de Montpellier, le Callovien est très comparable à celui de Viols-le-Fort et plus ou moins largement dolomitisé. L'Oxfordien y est plus développé. A Saint-Paul-et-Valmalle par exemple, on observe 10^{cm} de calcaires siliceux correspondant à la zone à *P. athleta*, puis quelques mètres d'un calcaire glauconieux qui nous a fourni une

(3) H. Tintant, *C. R. Soc. Géol. Fr.*, n° 13, 1942, p. 148.

assez riche faune de la zone à *Q. lamberti*. Immédiatement au-dessus vient l'Argovien. Il y a donc lacune des zones à *C. mariæ* et *C. cordatum*

Sur le flanc Sud du Pli de Montpellier et dans l'anticlinal de la Gardiole enfin, toutes ces lacunes disparaissent et la série devient continue du Bathonien à l'Argovien. Le Callovien est très épais (plus de 200^m); sa base, constituée par des calcaires massifs et des calcaires à chailles avait été attribuée jadis par F. Roman (4) au Bathonien. Elle nous a livré une belle faune indiscutablement callovienne : *Macrocephalites* cf. *macrocephallus* Schlot., *M. canizzaroi* Gemm, *Reineckeia* (*Reineckeites*) *douvillei* Stein., *Hecticoceras* sp., *Putealiceras* sp., *Grossouvreia* sp. Au-dessus viennent des marnes et des calcaires marneux représentant la zone à *R. anceps*.

L'Oxfordien est beaucoup moins puissant (20^m), mais complet. A sa partie inférieure, on trouve des calcaires siliceux représentant les zones à *P. athleta* et à *Q. lamberti*, surmontés par des calcaires marneux (zones à *C. mariæ* et *C. cordatum*) passant de façon continue aux marnes de l'Argovien inférieur à *Cordioceras* (*Vertebriceras*) *vertebrale* Sow. et *Aspidoceras* du groupe de *catena* J. de C. Sow. Le faciès grumeleux si caractéristique de ce niveau fait défaut, comme dans tous les points de la Vallée du Rhône où le passage de l'Oxfordien à l'Argovien est continu (La Voulte, Crussol).

De cette étude, il ressort que la série callovo-oxfordienne, très incomplète sur la bordure méridionale des Cévennes, se complète progressivement du Nord vers le Sud, aussi bien que de l'Est vers l'Ouest. On peut expliquer ceci en admettant que le Massif cévenol représentait à cette époque soit une zone émergée, soit au moins un haut-fonds privé de sédimentation. Cette aire, localisée au nord de la ligne Le Vigan Saint-Hippolyte au début du Callovien, s'est étendue progressivement vers le Sud et vers l'Est pour atteindre à l'Oxfordien supérieur la région de Montpellier. Ainsi la transgression argovienne repose sur des termes de plus en plus récents lorsqu'on se dirige des Cévennes vers la Méditerranée.

SÉISMOLOGIE. — *Hypothèse sur la formation de l'Océan Atlantique.* Note (1) de M. **Jean-Pierre Rothé**, présentée par M. Charles Maurain.

Comme on le sait, c'est en remarquant l'analogie des contours des côtes américaine et africaine de l'Océan Atlantique que Wegener a eu l'idée de sa théorie de la translation des continents.

Les études séismologiques récentes permettent d'examiner le problème de la constitution de l'Atlantique :

I. Lynch (2) a signalé récemment que pour le séisme du 14 septembre 1945 qui s'est produit sur la *crête médiane* de l'Atlantique (épicentre $7°,0$ N; $38°,8$ W), la vitesse des ondes superficielles de Love mesurée à l'observatoire de Fordham (New-York), à 5100^{km} de l'épicentre, était de $4^{km},4$ par seconde

(4) *Ann. Univ. Lyon*, 1897, p. 42.

(1) Séance du 21 avril 1947.

(2) *Surface-waves Velocities over the Atlantic* (*Earthquake Notes*, 17, n° 1, 1945, p. 8).

pour une période de 23 secondes. C'est une vitesse tout à fait comparable et même un peu supérieure à celle de l'onde de Love de même période sous le Pacifique.

II. La répartition des épicentres telle qu'elle s'établit par les déterminations du Bureau international de Séismologie à Strasbourg et, parmi de nombreux travaux, par ceux de Gutenberg et Richter ([3]), est très caractéristique. D'une part, un grand nombre de séismes jalonnent la crête médiane sous-marine. D'autre part, la zone séismique eurasiatique qui, à travers le domaine de la Mésogée, suit les lignes de plissements alpins (Himalaya, Caucase, Carpathes, Alpes, Apennins, Atlas, Cordillère bétique), vient rejoindre aux environs des Açores cette zone séismique médiane mais ne la traverse pas ([4]).

Contrairement à ce qu'on pensait, il n'y a aucun indice de séismicité entre la crête atlantique et l'arc des Antilles ([3]), qui, lui, fait partie du cercle séismique circumpacifique. Ainsi la carte des épicentres montre que le *géosynclinal de la Mésogée ne traverse pas l'Atlantique de part en part et ne rejoint pas le géosynclinal Pacifique comme cela figure encore sur certaines cartes classiques de la structure d'ensemble du Globe.*

III. Le professeur G. Dubois a attiré mon attention sur les récents levés bathymétriques effectués dans l'Atlantique. Ces levés montrent que l'Atlantique Sud présente à l'Est de la crête médiane une succession de bassins et de crêtes orientées SW-NE qui prolongent les unités morphologiques du continent africain ([5]) (*fig.* 1).

A noter encore la distinction entre le rivage à type pacifique de la côte orientale des États-Unis et des provinces maritimes du Canada et le rivage à type atlantique des côtes à *rias* d'Espagne et de Bretagne.

Ces faits m'amènent à proposer l'*hypothèse de travail* suivante :

L'Océan Atlantique se divise en deux domaines : l'un, à l'est de la crête médiane, est un domaine à structure continentale se rattachant au bloc africain; au contraire, la partie occidentale du domaine atlantique est probablement à structure *pacifique*, c'est-à-dire constituée seulement de *sima*.

Dans ces conditions, le parallélisme invoqué par Wegener, du Toit, etc., entre les contours des côtes africaine et américaine doit en réalité être recherché entre *la côte américaine et la crête médiane de l'Atlantique* dont les formes générales sont les mêmes (*fig.* 1). S'il y a eu dérive, c'est seulement sur la distance crête médiane-côte américaine. La crête médiane atlantique et sa zone séismique correspondent au bourrelet liminaire du bloc africain venant

([3]) *Seismicity of the Earth* (*Geological Society of America*, Spec. papers, n° 24, 1941, pp. 1-131); *Seismicity of the Earth* (supplementary Paper) (*Bull. of the Geol. Soc. of America*, 56, 1945, pp. 603-668).

([4]) Voir par exemple la carte pp. 72-73 *in* J.-P. Rothé, *Séismes et Volcans* (Collection *Que sais-je* ? Paris, 1946).

([5]) J. H. F. Umbgrove, *The Pulse of the Earth*, La Hague, 1942, p. 84.

heurter le socle à structure *simatique* qui constitue la partie occidentale de l'Atlantique.



— — — — Rides atlantiques et africaines.
⊙⊙⊙⊙ Arcs des Antilles du Nord et du Sud.
——— Crête médiane de l'Atlantique.
La partie hachurée représente la gouttière atlantique; la zone pointillée, la zone séismique mésogéenne. Les noms géographiques désignent les différents bassins atlantiques et africains.

Le véritable océan Atlantique est la large fissure ouverte à l'ouest de la crête médiane entre les blocs continentaux eurafricain et américain.

L'hypothèse proposée lève l'objection à la théorie de la dérive des continents qu'est l'existence de plus en plus probable d'un continent *Atlantide* effondré entre les Açores et le détroit de Gibraltar. Elle explique aussi que lorsqu'on mesure la vitesse moyenne des ondes séismiques à travers l'Atlantique *considéré comme un tout*, on trouve une valeur *intermédiaire* entre la valeur sous le Pacifique et celle sous les continents.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le métabolisme azoté des feuilles adultes maintenues à l'obscurité*. Note [1] de M. **Alexis Moyse**, présentée par M. Louis Blaringhem.

MM. W. Ruhland et K. Wetzel [2] ont défini deux types différents de méta-

---

[1] Séance du 28 avril 1947.
[2] *Planta*, **1**, 1926, pp. 558-564.

bolisme azoté chez les Angiospermes : le type *amide* caractérisé par la présence dans les tissus d'amides telles que l'asparagine (Légumineuses), la glutamine (Graminées), et le type *ammonium* ou *acide* caractérisé par la présence de NH_3 neutralisé par des acides organiques (*Begonia*, Polygonacées).

L'étude du métabolisme azoté des feuilles d'Orge (type amide) abandonnées à l'obscurité a été faite par E. W. Yemm ([3]), qui a montré l'importance de la protéolyse, l'accumulation transitoire d'amides, tant que les glucides sont présents, et la production de NH_3, surtout abondante au moment de la mort.

Parallèlement à l'étude des échanges respiratoires des limbes de Haricot d'Espagne, de Blé Fylgia Vilmorin, d'Oseille et de Sarrasin ([4]), j'ai suivi les variations quantitatives des taux des formes azotées suivantes : N protéique, N organique soluble, N aminé, N amidé, N polypeptidique, N ammoniacal et N nitrique.

En fin d'expérience surtout, on constate, d'une manière générale, une émission de NH_3 dans le liquide de conservation, en relation avec la diminution du taux de l'N total des tissus.

Les variations de l'N nitrique et de l'N polypeptidique sont très faibles.

Les résultats rapportés ici sont exprimés en milligrammes de N pour 10 feuilles. Les témoins laissés à la lumière, sur pieds, ne présentent que de très faibles variations.

1° *Haricot d'Espagne* (graphique I). — Le taux d'N organique total diminue un peu (14 % en 12 jours), le taux d'N ammoniacal s'accroît, très faiblement d'abord, plus nettement à la fin. Pour l'ensemble de l'N organique, le taux d'N protéique diminue beaucoup (57 %) et très régulièrement, alors que le taux d'N organique soluble s'accroît.

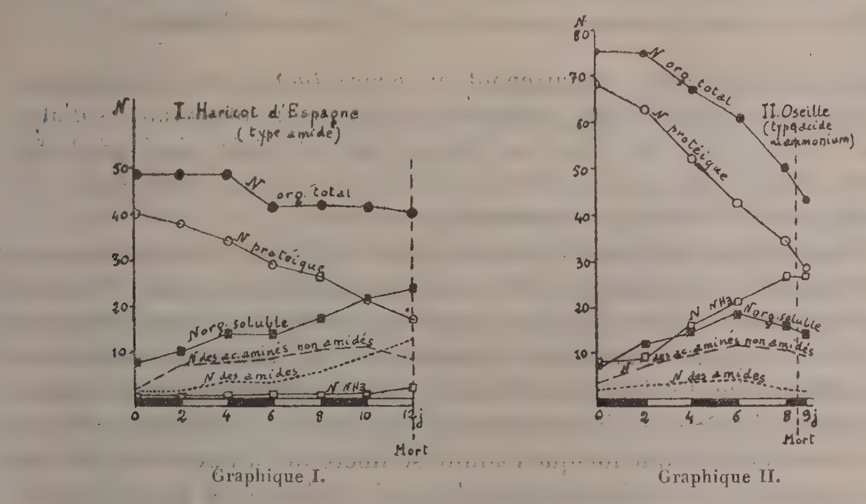
Le taux de l'N des acides aminés non amidés (N aminé dosé Van Slyke diminué d'une quantité égale à l'N amidé dosé, en admettant que l'N amidé provient d'amides telles que l'asparagine) s'accroît jusqu'au 10e jour, puis décroît légèrement, alors que le taux de l'N total des amides (le double de l'N dosé comme amidé) augmente jusqu'à la mort. Ces résultats ne tiennent évidemment pas compte de la production éventuelle d'allantoïne ou d'acide allantoïque.

2° *Blé Fylgia*. — Le taux de l'N organique total diminue beaucoup plus rapidement (38 % en 10 jours). La forte diminution du taux de l'N protéique (67 %) s'accompagne d'abord d'une rapide augmentation de celui de l'N soluble. En fin d'expérience, ce dernier diminue tandis que le taux de l'N ammoniacal s'accroît fortement. Le taux de l'N des acides aminés non amidés présente des variations semblables. Le taux de l'N des amides

(3) *Proc. of the Royal Soc.*, **123**, 1937, pp. 243-273.

(4) A. Moyse, *Comptes rendus*, **224**, 1947, pp. 147-149.

(asparagine, glutamine) croît rapidement jusqu'au 8ᵉ jour, puis diminue. Les taux de l'N des amides instables (glutamine) dosées par la technique de Vickery montrent les mêmes variations.



Graphique I. Graphique II.

La production de NH_3 en fin d'expérience se fait aussi bien à partir des amides que des acides aminés non amidés.

Dans les limbes de ces deux espèces, il y a accumulation transitoire d'amides. Cette accumulation, de même que la protéolyse, est plus lente chez le Haricot d'Espagne. Elle peut caractériser une forme de neutralisation de l'N ammoniacal provenant de la désamination.

3° *Oseille* (graphique II). — La diminution du taux de l'N organique total est très rapide dès les premiers jours (33 % en 8 jours), tandis que le taux de N ammoniacal déjà important dans les feuilles normales, s'élève. Le taux de l'N protéique diminue (50 %), celui de l'N organique soluble augmente, mais il n'y a pas accumulation d'amides.

4° *Sarrasin*. — Le taux de l'N organique total diminue (20 % en 12 jours), le taux de l'N ammoniacal s'accroît. Celui de l'N protéique diminue (33 %) alors que le taux de l'N organique soluble augmente. Il n'y a pas accumulation d'amides.

La plus grande rapidité de la dégradation des protides dans les limbes d'Oseille est à rapprocher de la forte intensité respiratoire de ceux-ci.

Dans le cas des limbes de plantes à acides, l'ammoniaque produite par désamination des acides aminés doit être neutralisée par les acides organiques, en particulier par l'acide oxalique.

Ainsi les limbes d'espèces appartenant aux deux types qui diffèrent par les modalités du métabolisme azoté montrent, au cours du séjour à l'obscurité, un comportement nettement différent en ce qui concerne la neutralisation de l'N ammoniacal provenant de la dégradation des protides.

ENTOMOLOGIE AGRICOLE. — *Au sujet de Borers du riz, inconnus au Soudan français.* Diopsidæ (*Diptères*) *et* Bætidæ (*Éphéméroptères*). Note de M. **Jean Risbec**, présentée par M. Auguste Chevalier.

La biologie des espèces appartenant au genre *Diopsis* est complètement inconnue. *Diopsis apicalis* Dalm. est accusée par plusieurs observateurs d'attaquer les larves de *Busseola fusca* en Afrique du Sud. Mais, ainsi que le fait remarquer Mally [*The maize stalk borer* Busseola-fusca. (*Bull. Dep. Agr. S.*, n° 3)], ces observations sont certainement erronées.

J'ai découvert que les larves de *Diopsis affinis* Ad. vivaient dans l'axe des tiges de riz, à la partie supérieure, là où les tissus sont encore jeunes. Dans un ouvrage en cours de publication je donne une description sommaire de ces larves et de la nymphe. On sait que les *Diopsis* sont des mouches extrêmement remarquables par les tigelles qui portent les yeux et les antennes, latéralement, loin de la tête. Ces tigelles, dans la nymphe, doivent être appliquées le long du corps et ne se déployer que lorsque l'adulte se libère de la tige du riz. Je n'ai malheureusement pas décrit cette nymphe, mais seulement le pupe qui a une forme normale avec seulement une tête élargie.

La croyance ordinaire est que les larves de *Diopsis* vivent dans les matières en décomposition. Il est possible que cette conception ne soit pas complètement erronée pour *D. apicalis* et que, ainsi que je l'ai observé pour d'autres diptères, la larve, après avoir sectionné le cœur de la tige, poursuive son évolution dans la base de la partie coupée qui pourrit rapidement.

Le même genre de vie appartient à un éphéméroptère que je n'ai pu faire identifier et qui serait voisin de *Cleo*. Les larves qui creusent la base des tiges de riz dans les parties terminales avaient été remarquées par M. Vincent, Directeur de la station du Riz à l'Office du Niger, et j'avoue avoir d'abord été sceptique devant son affirmation qu'il s'agissait de borers de Riz. Cette affirmation est cependant exacte et j'ai fait élever les insectes par l'aide entomologiste Amadou Wane entraîné à ce genre de travail.

Dans le cas des attaques de *Diopsis*, les dernières feuilles se fanent et jaunissent. Il n'y a pas formation d'épis. Dans celui des Éphéméroptères, l'épi se forme mais les graines ne peuvent se développer.

Il existe au Soudan d'autres borers du Riz, en particulier des chenilles (Sesamia ou Chilo) et des Cecidomyies, mais il s'agit là, sinon d'espèces connues, du moins de formes qu'il est normal et commun de trouver dans les tiges de cette plante. Cette courte Note a pour but d'attirer l'attention sur la biologie d'espèces dont les rapports avec la plante étaient complètement ignorés. Il appartiendra aux entomologistes ayant la possibilité de séjourner sur place, de préciser les conditions de vie des larves. Il est difficile de mesurer l'importance économique des borers nuisibles. Dans les champs des pertes

sérieuses peuvent être enregistrées, mais les symptômes d'attaques étant à peu près les mêmes, il est impossible de constater autre chose que la somme des actions dues aux différentes espèces. La proportion pour chacune varie certainement beaucoup d'une année à l'autre.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production expérimentale de jumeaux chez l'embryon d'Oiseau.* Note [1] de MM. **Étienne Wolff** et **Hubert Lutz**, présentée par M. Maurice Caullery.

Nous opérons sur le blastoderme *non incubé* de l'œuf de Cane, que nous orientons suivant la règle de Baer. L'intervention consiste en une fissuration du germe, à l'aide d'une fine aiguille de verre. Deux séries de sections ont été pratiquées : 1° des sections transversales parallèles au grand axe de l'œuf, c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe de symétrie présumé; 2° des sections sagittales, parallèles au petit axe de l'œuf, c'est-à-dire suivant le plan de symétrie présumé. Les unes et les autres nous ont donné des formations doubles en grand nombre, mais celles-ci sont de type différent suivant l'orientation de la section.

I. *Sections transversales.* — Sur 64 blastodermes qui se sont développés après l'opération, 41 présentent des formations embryonnaires doubles, comme le montre le tableau I :

Tableau I. — *Sections transversales.*

			Formations doubles.			
Opérations effectuées.	Aucun développement.	Blastoderme sans embryon.	Embryons complets.	Formations embryonnaires caractéristiques, mais incomplètes.	Aires vasculaires sans embryon.	Embryons simples.
76	12	5	16 (*)	25	4	12
			Total : 45			

(*) Dont 2 monstres triples.

Parmi elles, il y a 36 couples de jumeaux, ou monstres doubles, opposés par la tête; les partenaires sont le prolongement l'un de l'autre, mais orientés en sens inverse (*fig.* 1); 4 couples ont leurs axes parallèles et de même sens; un blastoderme montre deux embryons perpendiculaires l'un à l'autre. Les sections transversales donnent donc une très forte proportions d'embryons doubles opposés par la tête et de sens inverse. Les autres cas peuvent être attribués aux écarts d'orientation par rapport à la règle de Baer. Parmi les embryons doubles, certains sont indépendants l'un de l'autre, d'autres sont plus ou moins rapprochés par leur région céphalique et représentent vraisemblablement des formes jeunes du groupe des monstres tératopages. Les embryons simples

(1) Séance du 21 avril 1947.

sont dus, dans tous les cas, à une cicatrisation précoce de la lésion, suivie d'une régulation complète.

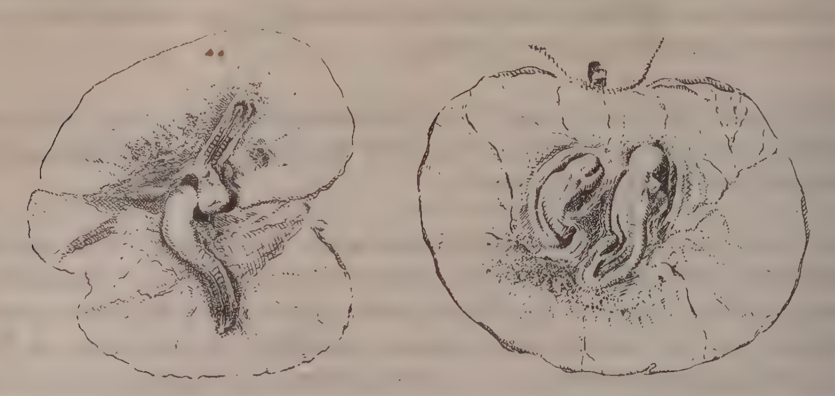


Fig. 1. (A gauche). Section transversale du blastoderme non incubé : jumeaux opposés par la tête et de sens inverse. — Fig. 2. (A droite). Section sagittale du blastoderme non incubé : jumeaux parallèles et de même sens.

2. *Sections sagittales.* — Sur 39 blastodermes opérés, dont 28 se sont effectivement développés, nous avons obtenu 17 formations doubles, comme le montre le tableau II.

Tableau II. — *Sections sagittales.*

Opérations effectuées.	Aucun développement.	Formations doubles A.	Formations doubles B.	Embryons simples.
39	11	15	2	11
		Total : 17		

A, Embryons bien développés; B, Formations embryonnaires caractéristiques, mais incomplètes.

Les 15 embryons doubles ont leurs axes parallèles et de même sens (*fig.* 2); ils sont séparés par cicatrice de la fissure opératoire. Dans 14 cas, les deux embryons jumeaux sont complètement distincts; dans un cas où la fissure n'avait été que partielle, il s'est formé un monstre double de type tératodyme. L'un de nous poursuit des recherches, sur le déterminisme des différentes catégories de monstres doubles, par le procédé des sections partielles, et en faisant varier l'orientation des sections.

Conclusion. — La section microchirurgicale du blastoderme non incubé de l'œuf de Cane, suivant un plan transversal ou sagittal, entraîne la formation d'embryons doubles (jumeaux ou monstres doubles). Les deux types d'intervention produisent deux catégories distinctes de jumeaux. Les sections transversales donnent naissance à des jumeaux opposés par la tête et orientés en sens inverse. Les sections sagittales produisent des embryons doubles dont les axes sont parallèles et de même sens.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Le type archaïque des molaires chez un Lémurien d'Asie, le* Nycticebus. Note de Mlle **Madeleine Friant**, présentée par M. Émile Roubaud.

Les Lémuriens du groupe des Lorisiformes, tous asiatiques ou africains, se distinguent des autres Lémuriens, Lémuriformes et Chiromyiformes, aujourd'hui, tous malgaches, par une série de caractères ostéologiques, notamment la constitution de l'orbite, à laquelle prend part, chez eux, la face latérale de l'ethmoïde ou *os planum*, comme chez les Singes et l'Homme, disposition, sans doute, primitive (M. Kollmann et L. Papin, 1925).

Dans les remarquables collections rapportées, à la fin du siècle dernier, par le Prince Henri d'Orléans (Muséum, Mammalogie), j'ai étudié les molaires du *Nycticebus*, Lorisiforme asiatique, dont, avec E. L. Trouessart, on ne connaît qu'une seule espèce, le *Nycticebus tardigradus* L., répandu dans l'Inde, en Indochine et dans les Iles de la Sonde (¹). Aux molaires supérieures 1 et 2 (²) (figure), s'observent les trois rangées longitudinales originelles de deux tuber-



Première molaire supérieure droite, très légèrement abrasée, d'un *Nycticebus tardigradus* L. var. *cinereus* A. M. Edwards, rapporté d'Indochine, en 1892, par le Prince Henri d'Orléans (Collections du Muséum, Mammalogie). — Le côté antérieur est à droite, le côté externe, en haut. — G. N. × 6.

cules des Primates (Tarsiers et Lémuriens) les plus archaïques de l'Eocène européen et nord-américain (³), les cuspides intermédiaires, peu marquées, alternant légèrement, vers l'avant, avec les externes et les internes, ainsi qu'il est de règle. Aux molaires inférieures, s'observent aussi les deux rangées longitudinales originelles de deux tubercules. La formule cuspidienne des molaires du *Nycticebus* est donc, pour l'une et l'autre mâchoires, comme celle des *Adapidæ* les plus anciens, parmi les Lémuriens éocènes, la formule primitive III(2)/II(2) (⁴).

(¹) Car le *Nycticebus menagensis* Nachtrieb, des Iles Philippines, est très douteux.

(²) Chez les Lémuriens, la troisième molaire, M3, réduite au maxillaire supérieur, est souvent, comme ici, plus allongée que les deux autres, au maxillaire inférieur.

(³) M. Friant, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1622; 77e *Congrès des Sociétés Savantes*, 1934, p. 165; *Revue anthropologique*, 1935, p. 31.

(⁴) Cette morphologie ne s'observe que sur les dents vierges ou peu abrasées, les tubercules intermédiaires disparaissant par l'usage.

L'évolution des molaires supérieures, chez les autres Lorisiformes, s'est poursuivie par effacement des tubercules intermédiaires et isolement, du reste de la couronne, du tubercule postéro-interne ou hypocone (qui se réduit chez l'*Arctocebus* et, surtout, le *Perodicticus* d'Afrique, alors qu'il s'élargit à l'extrême chez le *Loris* d'Asie et le *Galago* d'Afrique). Chez tous, les molaires inférieures demeurent sensiblement du même type que celles du *Nycticebus*.

Les caractères archaïques de la dentition du *Nycticebus*, décrits ici pour la première fois, s'ajoutent à l'homogénéité du groupe des Lorisiformes et à sa répartition actuelle, pour montrer, semble-t-il, que ces Lémuriens vivaient déjà, à une époque reculée du Tertiaire, sur le continent asiatique. Vers la fin du Miocène, lorsque la surrection des plus grandes chaînes de montagnes, Alpes, Caucase, Himalaya, entraîna, dans son mouvement, la Méditerranée qui se dessécha en partie, tandis que les continents changeaient de contour, sans doute, quelques Lorisiformes purent-ils immigrer en Afrique. De récentes découvertes paléontologiques viennent d'ailleurs corroborer cette hypothèse : « Une faune, qui n'est pas sans analogie avec celle des monts Siwalik, a vécu en Afrique (au nord du lac Rodolphe et sur les côtes du lac Victoria Nyanza), à l'époque du Néogène supérieur (Pliocène). Elle présentait d'étroites affinités avec la faune actuelle de l'Afrique équatoriale » ([5]).

Il faut, enfin, noter que le type originel des molaires, qui est la règle chez les Mammifères les plus anciens ([6]), devient l'exception chez les actuels : un Rongeur d'Asie, le *Pteromys xanthipes* A. M. Edwards ([7]), un Insectivore d'Afrique, l'*Erinaceus algirus* Duv. ([8]), et, parmi les Primates, des Lémuriens : le *Nycticebus* d'Asie, qui fait l'objet de cette Note, et les *Indrisidæ* ([9]) de Madagascar, sont les seuls où sa présence ait été constatée intégralement. Or, Insectivores, Primates et Rongeurs ([10]) sont, on le sait, des Euthériens très primitifs; la théorie de la Multituberculie, ainsi qu'a été nommée, en 1933 ([11]), ma conception de l'évolution dentaire, permet donc de déceler, dans les ordres les plus primitifs, les formes les plus archaïques de la faune mammalienne actuelle.

([5]) E. Haug, *Traité de Géologie*, 3, II, 1911, p. 1728.

([6]) M. Friant, *Comptes rendus des séances de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles*, Fribourg (Suisse), n° 7, 1936, p. 10.

([7]) M. Friant, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2211.

([8]) M. Friant, *Annales de la Société géologique du Nord*, 64, 1939, p. 57.

([9]) M. Friant, *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*. Montpellier, 15-18 avril 1935, p. 205; *Revue anthropologique*, 1939, p. 247.

([10]) Bien que les Rongeurs forment un ordre très divergent des autres, ils conservent « un air de jeunesse et semblent, en partie, composés de types dont l'évolution est restée inachevée » (A. Gaudry, *Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires*, 1878, p. 198).

([11]) Par M. le Professeur P. Wintrebert, de l'Institut (M. Friant, *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Publications du Muséum, n° 1, 1933, p. 1).

PHYSIOLOGIE COMPARÉE ET PATHOLOGIQUE. — *L'appendice, nœud de l'automatisme cæco-ascendant. Répercussion de ses atteintes sur la capacité du cæcum : phénomène de balancement appendiculo-cæcal.* Note [1] de M. **Frédéric Gluckmann**, transmise par M. Paul Portier.

Parmi les arguments le plus souvent mis en valeur par les partisans de la théorie vestigiale de l'appendice, figure sa tendance à l'inflammation et à une oblitération plus ou moins précoce, qui seraient les marques d'une soi-disant infériorité organique spécifique, propre aux organes rudimentaires. La fréquence de la pathologie de l'appendice semble cependant de date assez récente, puisque le premier cas d'appendicite isolé remonte au XVIIIe siècle. L'antiquité et le moyen âge ont complètement ignoré l'inflammation de l'appendice, comme l'appendice lui-même d'ailleurs, qui n'a été découvert qu'il y a quelques siècles à peine. C'est un anatomiste florentin renommé, Guido Guidi, médecin personnel de François Ier et premier professeur de Médecine au Collège de France, qui le signala pour la première fois, comme une simple curiosité anatomique, en le comparant à un lombric enroulé en spirales.

La tendance de l'appendice à l'inflammation apparaît donc comme un phénomène *secondaire*, dû probablement à une dégradation organique particulière, déterminée par les écarts hygiéniques et alimentaires de l'Homme civilisé. Car les peuples primitifs sont presque réfractaires à l'inflammation de l'appendice.

Les investigations des auteurs américains dans les agglomérations nègres des États-Unis ont montré la rareté exceptionnelle de l'appendicite chez les Hommes de couleur. Kelly et Hurdon citent, entre autres cas semblables, celui des mines de charbon d'un pays isolé d'Alabama, employant 800 prisonniers nègres, où l'appendicite était totalement inconnue; celui d'une grande école fréquentée par 1400 étudiants de couleur et parmi lesquels on n'a jamais révélé de cas d'inflammation appendiculaire; le cas, enfin, d'un médecin exerçant dans une ville de 9000 habitants, située dans la ceinture nègre, et qui n'a pu y déceler que 4 cas d'appendicite durant toute sa carrière. En faveur de l'hypothèse de la dégradation secondaire de l'appendice humain plaident aussi les observations, d'une valeur presque expérimentale, publiées par différents auteurs (voir *fig.* 51, *Pl. II*), qui ont découvert des appendicites graves chez les Singes anthropoïdes *maintenus en captivité* (11 cas d'appendicite, dont plusieurs très graves, sur 61 Anthropoïdes examinés par Weinberg à l'Institut Pasteur). La captivité astreint ces êtres à une existence comprimée et artificielle, équivalente jusqu'à un certain point à celle de l'Homme civilisé subissant les restrictions et les contraintes sociales, et à vivre dans des conditions hygiéniques et alimentaires bien différentes de celles offertes par les grandes forêts équatoriales.

Quant à la fréquence de l'oblitération de l'appendice, elle est en réalité très relative, et reconnaît, par ailleurs, une origine constamment *inflammatoire*. Selon les statistiques de divers auteurs (Ribbert, Sprengel, Kelly, Hurdon), l'oblitération de l'appendice (jamais citée avant l'âge de 5 ans) surviendrait dans 10 % des cas entre 10 et 20 ans, dans 21 % entre 20 et 40 ans et atteindrait un maximum de 58 % entre 70

---

(1) Séance du 21 avril 1947.

et 80 ans (voir *fig.* 42, 45, 49, 50, *Pl. II*). Parmi ces derniers cas, il existe certainement un grand nombre d'oblitérations involutives réelles, mais de nature *sénile*, comparables aux processus qui s'observent dans d'autres organes, et notamment à ceux décrits par Nothnagel dans 80 % des cas, à cet âge, dans le gros intestin lui-même. Si l'oblitération juvénile peut être plausiblement interprétée comme résultant de processus inflammatoires répétés et lents, si communs dans l'appendice humain, à l'aide de la théorie de l'involution naturelle on ne peut pas expliquer *la persistance des* 4/5 *des appendices normaux* chez les sujets de 40 ans, et encore moins des 42 % des organes conservés indemnes chez les sujets de 80 ans. Un organe qui ne fonctionne pas s'atrophie et le tissu musculaire dégénère après une inactivité de quelques semaines.

Toujours est-il que la fréquence des atteintes inflammatoires de l'appendice humain est inquiétante. Sur un lot de 25 cæco-appendices disséqués récemment à l'Institut médico-légal (et qui proviennent par conséquent de sujets dont la mort a été purement accidentelle, en dehors de troubles appendiculaires), nous avons décelé 6 *cas d'appendicite* plus ou moins grave : 1 appendicite aiguë évolutive et 5 appendicites chroniques, auxquels il convient de joindre un cas traité chirurgicalement. Ce qui donne *un pourcentage global de* 28 % !

L'ensemble des faits signalés précédemment ([1]) est de nature à prouver que l'appendice, organe propre aux animaux bipèdes à côlon droit ascendant et fixe (*fig.* 1-10 et 11-17, *Pl. I*), représente le substratum hypertrophié de l'appareil neuro-musculaire primitif du cæcum (*fig.* 21-26), hypertrophie déterminée par l'accroissement considérable du travail mécanique imposé à cet appareil, qui, chez ces animaux, doit propulser la lourde masse cæcale dans un canal vertical.

Cette définition implique un premier corollaire : que la suppression, soit pathologique soit chirurgicale, d'un appendice fonctionnel, devrait entraîner *des troubles de transit*. Or, cette prévision est intégralement confirmée en clinique :

1° Par la symptomatologie de l'appendicite qui compte *la constipation* parmi ses signes cardinaux ;

2° Par les troubles effectifs de transit cæco-ascendant, qui, particulièrement chez les enfants en bas âge, peuvent suivre la suppression *brusque* d'un appendice *indemne* (et dont l'activité n'a donc pu être suppléée *graduellement* par l'appareil sympathique primitif du cæco-côlon ascendant, ce qui semble se produire dans les cas de destructions inflammatoires *lentes*) ;

3° Par les faits anatomo-pathologiques, enfin, qui corroborent point par point toutes les données cliniques et anatomiques.

Un examen systématique d'un nombre suffisant de cæco-appendices isolés et injectés de liquide, montre, en effet, l'existence d'une relation *organique* directe entre cæcum et appendice, les atteintes diverses de ce dernier ayant des répercussions constantes (9 fois sur 10) sur *la capacité* du cæcum. On assiste ainsi

---

([1]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, pp. 517, 555 et 1183 ; et **224**, 1947, pp. 156, 223 (et *erratum*, p. 1037) et 1181.

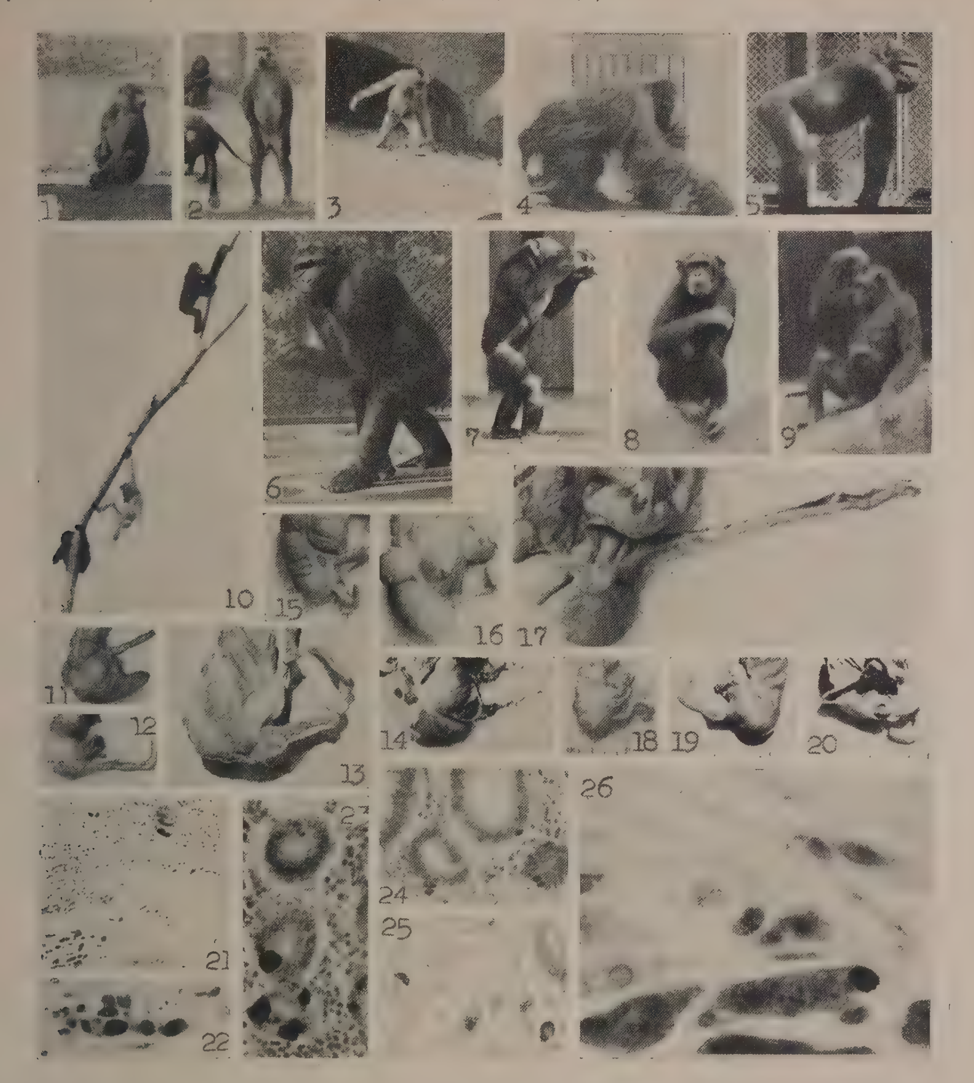


Fig. 1 et 2. Différentes attitudes d'un Singe (Babouin). L'attitude *assise* est prépondérante. — Fig. 3 Attitude de démarche du Gibbon. — Fig. 4. Démarche terrestre de l'Orang, encore presque horizontale. — Fig. 5 et 6. Démarche du Gorille, l'Anthropoïde terrestre; progrès notable dans le redressement du corps. — Fig. 7, 8 et 9. Différentes postures du Chimpanzé, montrant sa parfaite maîtrise de l'attitude érigée. — Fig. 10. Vie arboricole et attitude du tronc. Famille de Gibbons en liberté. (Spécimens du Parc zoologique de Vincennes et du Jardin des Plantes).

Fig. 11, 12 et 13. Cæcum appendiculisé d'un Singe (Macaque), cæco-appendice d'un fœtus humain à terme et cæco-appendice d'Orang. Homologie de l'appendice contractile et de l'appendice différencié; similitude entre l'appendice fœtal et l'appendice de l'Orang. — Fig. 14. Appendice déjà très différencié du Gorille. — Fig. 15 et 16. Appendice de Gibbon et appendice humain. — Fig. 17. Appendice de Chimpanzé : *jeune femelle*; son insertion est toujours supérieure (environ 1/3,5 ×). — Fig. 18. Appendice humain infantile; (garçon 1 an 1/2) commencement de migration ascendante par extension de la bosselure inférieure du cæcum (due au poids des matières et coïncidant avec la station debout). — Fig. 19 et 20. Appendice et valvule appendiculaire insuffisante du nourrisson (voir *fig.* 52).

Fig. 21. Extrémité du ganglion argentaffine du cæcum de Babouin. Imprégnation à chaud (50 ×). Remarquer, *juste au-dessus* des premières cellules ganglionnaires, trois cellules argentaffines banales dans une glande, dont le stock granulaire a *des dimensions monstrueuses*; la cellule du milieu s'étale *sur plus de la moitié* du diamètre de la glande. — Fig. 22. Petit ganglion argentaffine isolé (à cellules rondes) du même cæcum (200 ×). — Fig. 23 et 24. Cellules argentaffines du cæcum de Babouin et de l'appendice humain (garçon de 11 ans); on voit la différence considérable entre les dimensions des deux sortes de cellules (220 × environ). — Fig. 25. Cellules argentaffines appendiculaires migrées dans le stroma (enfant de 11 ans). — Fig. 26. Fragment du ganglion argentaffine (*fig.* 21), vu à un fort grossissement (1300 ×). La fibrille, qui traverse la préparation obliquement en haut et à droite, contient trois granules argentaffines à gauche et deux à droite; leur forme réduite et leur régularité de contours plaident pour *leur origine glandulaire* (voir *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 517). *L'absence totale* de grains semblables sur les autres points de la préparation et le fait qu'ils se trouvent *dans l'épaisseur* de la coupe et non à sa surface rejettent l'idée de précipités ou d'artéfacts, et indiquent qu'à ces points précis l'argent ammoniacal a rencontré des substances réductrices, insolubilisées par le formol (*Comptes rendus*, 224 1947, p. 295).

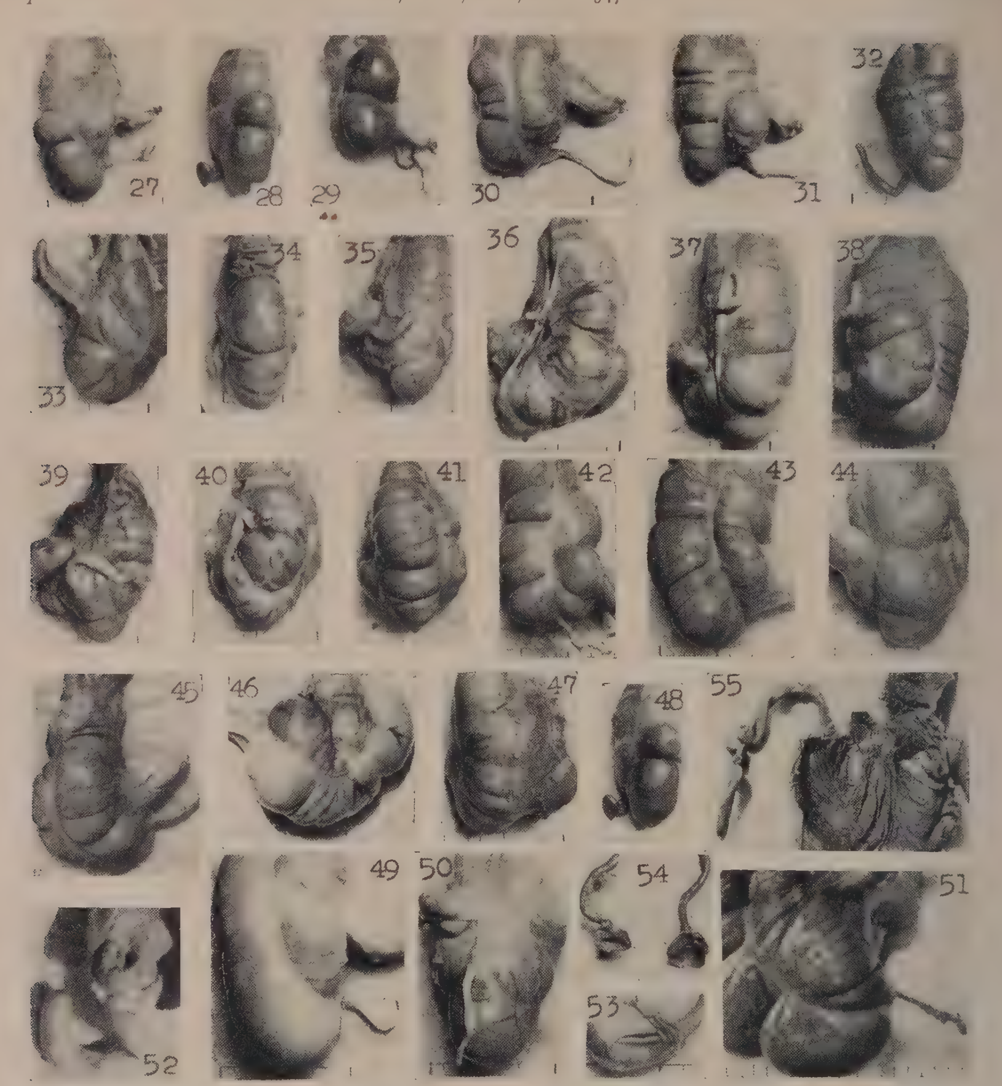


Fig. 27-50. Cæco-appendices humains, injectés de liquide et présentés à la même échelle (env. 1/6 ×). Échelles en cm.

Fig. 27-34. Différentes variétés de cæco-appendices *normaux*. Les figures 28, 32 et 34 sont les profils des figures 27, 31 et 33. Capacités cæcales, variant entre 150 *et* 250$^{cm^3}$. Fig. 33 : variété de cæcum allongé, mais *non dilaté*, vue postérieure (voir profil, *fig* 34). Fig. 30 : homme, 25 ans.

Fig. 35-41. Cæco-appendices *pathologiques* : dilatations cæcales par *inflammations* appendiculaires (capacité variant entre 300 et 500$^{cm^3}$ et plus); vues postérieures; les figures 38 et 41 sont les profils des figures 37 et 40. — Fig. 35. Appendicite *sub-aiguë*; on aperçoit la vascularisation superficielle; dilatation cæcale modérée (300$^{cm^3}$). — Fig. 39. Appendicite *aiguë*, évolutive (capacité du cæcum : 350$^{cm^3}$ environ). — Fig. 36, 37 (38), 40 (41). Appendicites *chroniques*, anciennes, avec adhérences abondantes et dégradation organique profonde (capacités cæcales variant entre 400 et 550$^{cm^3}$ environ). Fig. 35, 39 : femmes, 32 et 32 ans; *fig.* 36, 37, 40 : hommes, 37, 37 et 25 ans.

Fig. 42-51. Cæco-appendices *pathologiques* : dilatations cæcales par *déficience* appendiculaire. — Fig. 45. Appendice *atrophique* (4^{cm},5), partiellement oblitéré, et dilatation cæcale : 450$^{cm^3}$ environ; (homme 40 ans, service du Pr. Loeper). — Fig. 42. Appendice *oblitéré* et dilatation cæcale : 325$^{cm^3}$ environ; (homme 72 ans). — Fig. 43 et 44. Dilatation cæco-ascendante considérable et *absence congénitale d'appendice* (absence de cicatrices opératoires, absence de signes locaux d'inflammation); vue de face et de derrière; dilatation de proche en proche *du côlon ascendant entier* (jeune femme de 22 ans). — Fig. 46. Dilatation cæcale et *privation chirurgicale* de l'appendice (jeune Nègre); ectasie énorme (650$^{cm^3}$), limitée au cæcum. — Fig. 47 et 48. Profil du même organe, comparé au profil d'un organe normal. — Fig. 49 et 50. Dilatation cæcale et colique et *involution sénile* de l'appendice (femme 72 ans); vues antérieure et interne; cæcum démesurément allongé, et dilaté dans tous les sens; dilatation considérable de proche en proche de tout le côlon droit. (Pièces préparées aux laboratoires du Pr. Piedelièvre). — Fig. 51. Cæcum d'un vieux Gorille en état de dilatation extraordinaire; capacité : 1300$^{cm^3}$; appendice scléreux et atrophique par *appendicite ancienne destructive*, et abondantes adhérences; dilatation du côlon ascendant dans la même proportion.

Fig. 52-55. Valvules de l'appendice. — Fig. 52. Orifice de l'appendice *infantile* humain (enfant de 18 mois); début de valvulation muqueuse (1/1 ×). — Fig. 53 et 54. Valvules de l'appendice humain *adulte* (1/3 × et 1/6 ×); formes *suffisantes* (consistant en une plicature muqueuse, fonctionnant passivement à la manière d'une soupape dès la réplétion du cæcum); *formes insuffisantes* 1 *fois sur* 2. — Fig. 55. Valvule *différenciée* (anatomiquement efficiente) de l'appendice du Chimpanzé; double soupape (environ 1/4 ×).

à une sorte de *balancement* entre l'état *d'intégrité* de l'appendice et le degré *de dilatation* du cæcum, par stase (c'est-à-dire, par atonie neuro-musculaire).

En d'autres termes, à un appendice *sain et libre* correspond toujours une poche cæcale *normale et réduite* (dont la capacité ne dépasse pas 250^{cm^3}, voir *fig.* 27-34, *Pl. II*); à un appendice *enflammé* correspond toujours un cæcum *à parois dilatées*, dans la même proportion, et atones (dont la capacité atteint 400, 450^{cm^3} et plus, voir *fig.* 35-41, *Pl. II*), la dilatation pouvant dans les cas les plus prononcés se communiquer de proche en proche au côlon ascendant entier (*fig.* 37, 38).

Entre ces deux limites opposées, il existe une gamme entière de poches cæcales modérément ectasiées et paresseuses, mais nettement pathologiques, correspondant à des appendicites bénignes et évolutives (*fig.* 35). Les formes *les plus accentuées* sont représentées par les cas *d'appendicite chronique ancienne*, destructive, à adhérences abondantes (voir *fig.* 36, 37, 38, 40 et 41).

Or, les formes extrêmes, de *dilatations cæcales énormes*, correspondent précisément à des spécimens *manquant d'appendices* : extirpation chirurgicale (*fig.* 46, 48); absence congénitale d'appendice (*fig.* 43, 44); atrophie de l'appendice ou involution sénile (*fig.* 45, 42, 49 et 50).

Les faits anatomo-cliniques confirment donc intégralement l'hypothèse que l'appendice détiendrait le rôle de promoteur dans le mécanisme de l'automatisme cæcal.

PHARMACODYNAMIE. — *Actions comparées de la spartéine et de la procaïne (novocaïne) dans le domaine du système nerveux autonome.* Note [1] de MM. **René Hazard, Jean Cheymol** et Mlle **Élisabeth Corteggiani**, présentée par M. Léon Binet.

La spartéine coupe la conduction au niveau des ganglions du système nerveux autonome, s'opposant à toutes les actions de la nicotine et des corps nicotiniques portées avant ou sur le ganglion.

La procaïne (novocaïne), bien que sa formule soit très différente de celle de la spartéine, exerce ici les mêmes actions que le principal alcaloïde du genêt. L'analogie se continue même en ce qui concerne les modifications apportées à l'excitabilité des fibres post-ganglionnaires : toutes les deux s'opposent à l'action de l'acétylcholine sur le cœur en la respectant sur la pression artérielle, et accentuant les effets de l'adrénaline.

Seule parmi les poisons nicotiniques, l'hordénine semblait constituer une exception puisque l'on avait constaté que son action sur la pression artérielle et sur l'intestin était maintenue en présence de spartéine [2], alors qu'elle était

(1) Séance du 31 mars 1947.

(2) R. Hamet, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 651.

supprimée par la procaïne ([3]). En réalité, lorsque l'on met en œuvre des doses élevées de spartéine, l'hordénine n'exerce plus qu'une action à peine sensible sur la pression artérielle, et nulle sur l'intestin (*fig.* 1).

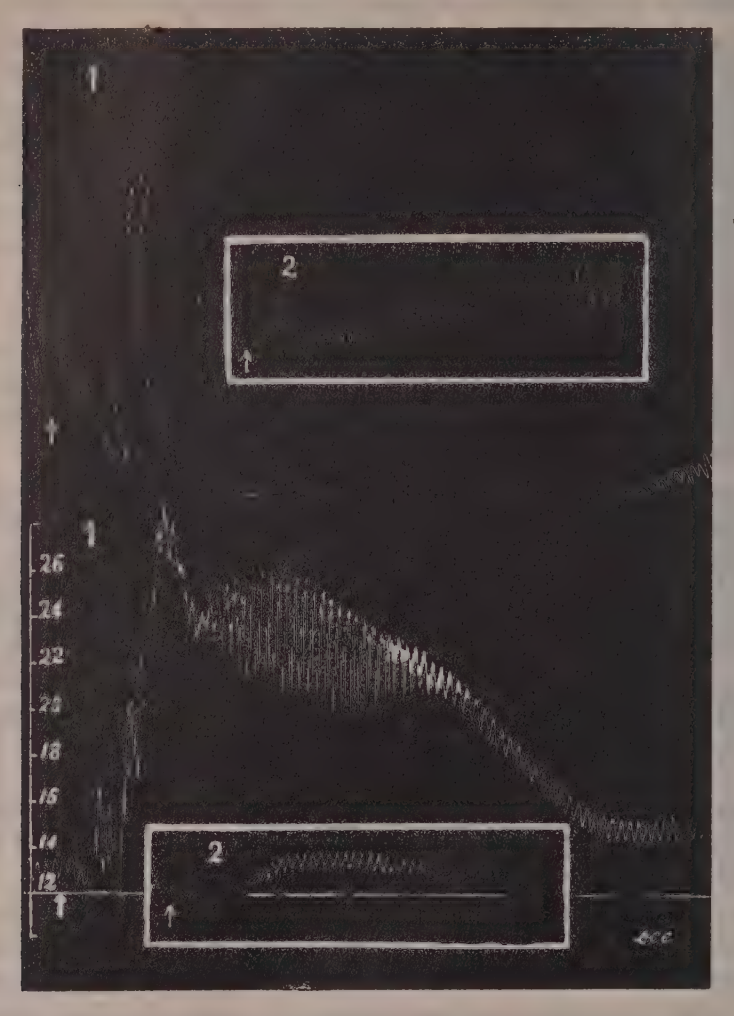


Fig. 1. — *Suppression par la spartéine de l'action de l'hordénine.* Chien ♀ $9^{kg},500$, chloralosé. Tracés supérieurs : intestin *in situ* (méthode du ballon); tracés inférieurs : pression carotidienne avec repère de pression, commun à 1 et 2, à 12 c/m Hg. En bas à droite, les temps en secondes. On injecte par la saphène en ↑, en 1 (à $16^h 40^m$) et 2 (à $17^h 10^m$) $2^{mg},5$ de sulfate d'hordénine par kg; entre 1 et 2 (à 17^h) $0^g,06$ de sulfate de spartéine par kg (tracé réduit de moitié).

Nous avons constaté par contre une vraie différence de comportement de l'une et de l'autre à l'égard de l'inversion de l'adrénaline par l'yohimbine. Malgré la

([3]) R. Hazard et E. Corteggiani, *C. R. Soc. Biol.*, 138, 1944, p. 805

présence de cet adrénolytique, la spartéine en effet rend de nouveau l'adrénaline hypertensive, ainsi que l'un de nous l'avait déjà constaté ([4]) alors que la

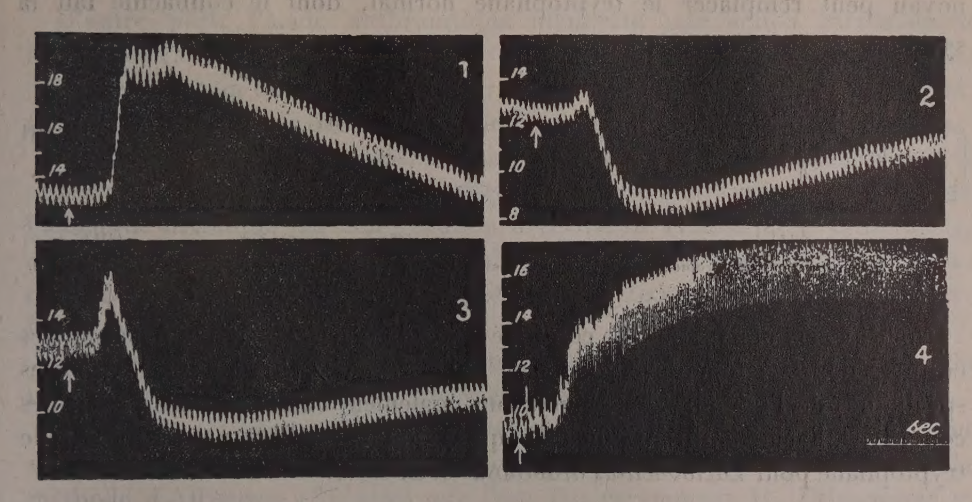


Fig. 2. — *Actions comparées de la novocaïne et de la spartéine sur l'inversion de l'adrénaline par l'yohimbine.* Chien ♂ 6^{kg}, chloralosé, vagotomisé; respiration artificielle. Tracé de pression carotidienne avec repères en c/m Hg; en bas à droite, les temps en secondes. On injecte par la saphène, en ↑, en 1, 2, 3 et 4, 1/100 de milligramme de chl. d'adrénaline en tout; entre 1 et 2 (à 15^{h}45^m) 1^{mg} de chl. d'yohimbine; entre 2 et 3 (de 15^{h}55^m à 16^h), 0^g,10 de procaïne; entre 3 et 4 (à 16^{h}30^m) 0^g,075 de sulfate de spartéine par kg.

novocaïne respecte et accentue quelquefois l'hypotension adrénalinique ([5]) (*fig.* 2).

Spartéine et procaïne ont donc ici un comportement très différent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action sur* Bacillus coli *de l'isostère naphtalénique du tryptophane et action de l'acide anthranilique*. Note ([1]) de MM. **Yves Raoul**, **Jean Chopin** et Mlle **Andrée Ayrault**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le noyau indolique de l'hétéro-auxine (acide 3-indolylacétique) a déjà été remplacé par le noyau naphtalénique (acide α-naphtylacétique) sans modification importante de l'action biologique chez les Végétaux. Cette analogie d'action entre les composés à noyau indolique et naphtalénique a été démontrée également pour des antagonistes du tryptophane : l'acide 2-α-naphtylacrylique inhibe l'action de cet aminoacide sur la croissance de cultures de coli-

([4]) R. Hazard, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 486.

([5]) On constate alors que le crochet passager d'hypertension initiale qui précède immédiatement la chute de pression est souvent accentué par la novocaïne.

([1]) Séance du 28 avril 1947.

bacilles [2] de manière aussi efficace que l'acide 2-(3-indolyl) acrylique [3].

Il restait à rechercher si l'aminoacide artificiel ayant le naphtalène pour noyau peut remplacer le tryptophane normal, dont le colibacille fait la synthèse.

—CH_2—CH—COOH, NH_2, NH

(I)

Acide. 1-amino (3-indolyl) propionique (Tryptophane).

CH_2—CH—CO OH, NH_2

(II)

Acide. 1-amino 2-(— naphtyl) propionique.

—CO OH, —NH_2

(III)

Acide anthranilique.

Nous avons donc fait agir le composé (II) à la place du tryptophane sur des cultures de *B. coli* à développement ralenti par addition des antagonistes spécifiques de l'aminoacide. Nous avons également examiné, dans les mêmes conditions, l'acide anthranilique (III) qui, selon E. Snell [4], peut remplacer le tryptophane pour *Lactobacillus arabinosus* et *L. casei*.

Tableau. — *Action de l'isostère naphtalénique* (II) *et de l'acide anthranilique* (III) *sur le Colibacille à croissance ralentie par l'acide* 2-(3-*indolyl*) *acrylique* (*a*) *ou par l'acide* 2-(α-*naphtyl*) *acrylique* (*b*).

Inhibiteurs.		Facteurs de croissance.		Croissance.		
a.	*b.*	II.	III.	18 h.	36 h.	48 h.
–	–	–	–	++	+++	+++
$3\ M^{-5}$ [1]	–	–	–	o	o	trace
$3\ M^{-5}$	–	$5\ M^{-8}$	–	o	+	+
$3\ M^{-5}$	–	$5\ M^{-7}$	–	o	+	++
$3\ M^{-5}$	–	$5\ M^{-6}$	–	o	+	++
$3\ M^{-5}$	–	$5\ M^{-5}$	–	o	o	trace
$3\ M^{-5}$	–	–	M^{-5}	+		
$3\ M^{-5}$	–	–	M^{-4}	++		
$3\ M^{-5}$	–	–	M^{-3}	+++		
–	–	–	–	++	+++	
–	$2\ M^{-3}$	–	–	o	o	
–	$2\ M^{-3}$	$5\ M^{-7}$	–	o	++	
–	$2\ M^{-3}$	$5\ M^{-6}$	–	o	++	
–	$2\ M^{-3}$	$5\ M^{-5}$	–	trace	+++	
–	$2\ M^{-3}$	–	M^{-5}	++		
–	$2\ M^{-3}$	–	M^{-4}	++		
–	$2\ M^{-3}$	–	M^{-3}	+++		

(1) $3M^{-5}$: Poids moléculaire × 3.10^{-5} par litre.

(2) H. Bloch et H. Erlenmeyer, *Helv. Chim. Acta.*, **25**, 1942, pp. 694-697.

(3) P. Fildes, *Brit. Journ. Expr. Path.*, **22**, 1941, pp. 293-298.

(4) *Arch. Biochem.*, **2**, 1943, pp. 389-394.

L'examen du tableau montre que l'isostère naphtalénique du tryptophane peut remplacer celui-ci, mais que son action est moins efficace.

D'autre part, l'acide anthranilique manifeste une action extrêmement favorable. Ce fait suggère que l'acide anthranilique, déjà rencontré au cours de la dégradation du tryptophane par les Bactéries (5) et le Rat (6), pourrait être un métabolite très proche de cet aminoacide.

Nous poursuivons nos recherches dans cette voie chez les animaux supérieurs.

Remarques. — 1° *L'acide* 2(3-*indolyl*) *acrylique* a été préparé à partir de l'aldéhyde indolique par condensation avec l'acide malonique (7). Ce corps, dont les descriptions sont très variables, a été obtenu cristallisé sous forme d'aiguilles blanc grisâtre. (P. F. instantané : 195° C. avec décomposition; N % : trouvé 7,41, calculé 7,48).

2° *L'acide* 2-(α-*naphtyl*) *acrylique* a été préparé de la même manière à partir de l'α-naphtylaldéhyde (Bloch et Erlenmeyer, *loc. cit.*).

3° *L'acide* 1-*amino* 2(α-*naphtyl*) *propionique* a été préparé d'une part au moyen de l'ancien procédé de Kikkoji (8) et, d'autre part, à l'aide de la méthode d'Albertson (9), ainsi que l'ont fait récemment H. Erlenmeyer et W. Grubenmann (10).

A 15h55m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h 30m.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 20 janvier 1947.)

Note de M. *Wladislas Kopaczewski*, Analyse électrocapillaire et caractères physicochimiques du sol :

Page 294, ligne 14, *au lieu de* (°/₀), *lire* (°/₀₀); ligne 16, 3e colonne, *au lieu de* 73,0, *lire* 72,0, et ligne 17, 1re colonne, *au lieu de* $40,2.10^{-3}$, *lire* $0,2.10^{-3}$.

---

(5) T. Sasako, *Journ. Biochem.*, Japon, 2, 1923, p. 251.

(6) Y. Kotake, *Journ. Chem. Soc. Jap.*, 65, 1939, p. 632.

(7) L. C. Bauguess et C. P. Berg, *Journ. Biol. Chem.*, 104, 1934, p. 676.

(8) *C. Zentr.*, 11, 1911, p. 1255. Nous remercions M. G. Sandulesco qui a préparé le corps par cette méthode.

(9) *Am. Soc.*, 68, 1946, p. 450.

(10) *Helv. Chim. Acta*, 30, 1947, p. 297.

(Séance du 10 mars 1947.)

Note de M. *Jean Thibaud*, Les particules ultra-légères accompagnant l'émission β.

Page 914, 7e ligne, *au lieu de* corpuscules δ', *lire* corpuscules β.

(Séance du 17 mars 1947.)

Note de MM. *Paul Lacombe* et *Nicolas Yannaquis*, Influence des facteurs cristallographiques sur la corrosion intergranulaire de l'aluminium de haute pureté :

Page 921, 10e ligne, *supprimer* : Le fait que
Page 922, légende de la figure 2, *au lieu de* du même cristal, *lire* : d'un même cristal.
Notes en bas de page, *lire* (6) *au lieu de* (5) et (7) *au lieu de* (6).

(Séance du 14 avril 1947).

Note de M. *Ernest Esclangon*, Sur le calcul des corrections de réfraction géodésique :

Page 1085, 23e ligne, *au lieu de* $30\,000 \sin\zeta_0/\text{km}$, *lire* $30\,000^{\text{km}}/\sin\zeta_0$.